

## INFORME TÉCNICO Nº 57

ISSN (vers. electr.): 2301-1459

ISBN (vers. electr.): 978-9974-594-42-5

### **Evaluación de la abundancia y estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Año 2019**

**María Inés Lorenzo**

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS  
ACUÁTICOS  
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca  
Montevideo - Uruguay

---

La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) es un organismo dependiente del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), creado por la Ley 17.296, sobre la base del ex-Instituto Nacional de Pesca (INAPE), constituido de la ex-Junta Nacional de la Pesca (JUNAPE) y del ex-Servicio Oceanográfico y de Pesca (SOYP).

La DINARA es responsable de regular y promover la utilización sustentable de los recursos pesqueros y de la acuicultura mediante una pesca responsable y un procesamiento que satisfaga las normas higiénicas sanitarias y de calidad a fin de lograr el máximo provecho posible de los recursos acuáticos disponibles. Su plan estratégico es preservar los recursos y su productividad en el largo plazo dirigiendo los esfuerzos del sector de manera de contribuir a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo e ingresos mediante actividades de pesca y acuicultura responsable tendiendo al manejo armónico del ecosistema acuático.

La JUNAPE editó su primer Informe Técnico en el año 1974, ya como INAPE al año siguiente sale el N° 2 hasta el N° 51 en el año 2000. A partir del año 2015 DINARA retoma la serie Informe Técnico.

Esta serie incluye trabajos de investigación sobre las temáticas del sector pesquero y acuícola.

---

MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA

MINISTRO

Enzo Benech

SUBSECRETARIO

Alberto Castelar

DIRECTOR GENERAL

Horacio Servetti

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS

Andrés Domingo

Director

Revisores: Andrés Domingo, Alfredo Pereira y Miguel Rey

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS (DINARA)

Constituyente 1497, CP 11200, Montevideo, Uruguay.

Tel.: (598) 2400 4689; Fax: (598) 2401 3216; Correo electrónico: [infodinara@dinara.gub.uy](mailto:infodinara@dinara.gub.uy)

<http://www.mgap.gub.uy/dinara>

## INFORME TÉCNICO Nº 57

ISSN (vers. electr.): 2301-1459

ISBN (vers. electr.): 978-9974-594-42-5

### **Evaluación de la abundancia y estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Año 2019**

**María Inés Lorenzo**

DIRECCIÓN NACIONAL DE RECURSOS  
ACUÁTICOS  
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca  
Montevideo - Uruguay

Se autoriza la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre que se cite la fuente.

Acceso Libre a texto completo en el Repositorio OceanDocs:  
<http://www.oceandocs.org/handle/1834/2548>

Lorenzo, María Inés  
Evaluación de la abundancia y estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Año 2019. / Lorenzo, María Inés. – Montevideo: MGAP-DINARA, 2019.

61 p.  
(Informe Técnico – DINARA; N° 57)

ISSN (vers. electr.): 2301-1459  
ISBN (vers. electr.): 978-9974-594-42-5

/PESCA/ /PESCADILLA/ /CYNOSCION GUATUCUPA/ /RÍO DE LA PLATA/ /FRENTE MARITIMO/

AGRIS M42  
THEMA KNA-1KLZAP-2ADSL

CDD 639

Catalogación en la publicación: Lic. Aída Sogary – Centro de Documentación y Biblioteca de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos.

ISSN (vers. electr.): 2301-1459  
ISBN (vers. electr.): 978-9974-594-42-5

#### Cita bibliográfica:

Lorenzo, M. I. (2019). Evaluación de la abundancia y estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Año 2019. Montevideo, MGAP-DINARA, 61 p. (*Informe Técnico – DINARA; N° 57*)



# Evaluación de la abundancia y estado de explotación de la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Año 2019

María Inés Lorenzo<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se analizan los principales aspectos de la pesca de la pescadilla de calada (*Cynoscion guatucupa*) por la flota industrial uruguaya en el área del Tratado del río de la Plata y su frente marítimo durante el período 2002-2018. La información proveniente de los partes de pesca de los 33 buques, indica que en 2018 los desembarques totalizaron 4.829 t. Estos volúmenes representan un aumento del orden de las 1.000 t con relación al año 2017. La estimación del índice estandarizado de captura por unidad de esfuerzo (CPUE), expresado en kg/hora de arrastre, se realizó a través de un Modelo Lineal General (MLG). Se utilizaron los datos por lance de pesca provenientes de los partes de la flota. En los modelos MLG aplicados, se consideró la información de lances con el 20% y 30% o más de captura de pescadilla. En general las distintas series de CPUE estimadas no presentan diferencias marcadas aumentando el índice hacia 2018. Para describir la dinámica poblacional de la pescadilla de calada en el área del Tratado se aplicó el modelo de producción excedente de Schaefer con estimaciones de sus parámetros por enfoque Bayesiano. Los datos utilizados fueron la captura total desembarcada por Argentina y Uruguay en el período 1993-2018 e índices de abundancia de la flota pesquera costera uruguaya. Se utilizó también la serie de captura argentina con la inclusión de aguas jurisdiccionales. El índice de abundancia y las estimaciones derivadas de los modelos aplicados describen una tendencia creciente de biomasa en los últimos años con ajuste satisfactorio. Los parámetros estimados del modelo de producción excedente no difieren según la serie de captura considerada. La captura de aguas jurisdiccionales argentinas se estimó para los años 2008-2015 y 2017-2018 un 30% de la proporción del año 2016. El ajuste de los parámetros para todos los casos estudiados estimó valores de Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) entre 21.130 y 22.760 t y valores de Captura de Reemplazo (CR) entre 16.610 y 18.370 t. La población de pescadilla al año 2019 se encontraría reducida a un 59% y 61% de la condición virginal según el modelo considerado. La situación actual con respecto a  $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ , para los casos considerados, determinaron en el diagrama de Kobe, que la población se encontraría en bajos niveles de mortalidad por pesca ( $F_t < F_{RMS}$ ) y con una biomasa total mayor con relación al  $B_{RMS}$ , con una probabilidad entre el 60 y 67% de encontrarse en niveles de biomasa mayores a la biomasa óptima ( $B_{RMS}$ ,  $PBRO$ ) y 27 y 32% de encontrarse entre la  $B_{RMS}$  y la biomasa límite ( $50\%B_{RMS}$ ,  $PBRL$ ). El estado actual indicaría que la población de pescadilla en 2018 no está sobrepescada y no está experimentando sobrepesca. Finalmente, se realizan proyecciones de biomasa y un análisis de riesgo para evaluar distintas estrategias de explotación a captura y tasas de mortalidad por pesca ( $F$ ) constantes. De los niveles de captura analizados, los valores inferiores del orden de las 21.000 t de captura son los que producen una recuperación de la biomasa a niveles óptimos en el corto y mediano plazo. Las proyecciones realizadas con  $F$  constante indican que, para alcanzar una condición de bajo riesgo del recurso, los niveles de  $F$  deberían aproximarse al 90% de la  $F_{RMS}$ .

Palabras claves: *Cynoscion guatucupa*, evaluación de stock, modelo dinámico, diagrama de Kobe.

## SUMMARY

The main aspects of striped weakfish (*Cynoscion guatucupa*) fishing by the Uruguayan industrial fleet in the area of the Rio de la Plata Treaty and its maritime front during the period 2002-2018 was analyzed. Data coming from 33 vessels indicates that in 2018 landings totaled 4,829 t. These volumes represent an increase in the order of 1,000 t in relation to 2017. The estimation of the standardized catch rate per unit of effort (CPUE), expressed in kg / hour of trawling, was made through a General Linear Model (GLM). In the GLM models applied, only information for sets with 30% or more catches of striped weakfish are considered. In general, the different estimated CPUE series do not present marked differences, increasing the index towards 2018. To describe the population dynamics of the striped weakfish in the Treaty area, Schaefer's surplus production model was applied estimating its parameters using the Bayesian approach. The data used were the total catch landed by Argentina and Uruguay in the period 1993-2018 and abundance indices of the Uruguayan coastal fishing fleet. The Argentine capture series was also used with the inclusion of jurisdictional waters. The abundance index and the estimates derived from the applied models describe

---

<sup>1</sup> Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, MGAP. [ilorenzo@mgap.gub.uy](mailto:ilorenzo@mgap.gub.uy)

a growing trend of biomass in recent years with satisfactory adjustment. The estimated parameters of surplus production model do not differ according to the series of capture considered. Argentine jurisdictional waters catch was estimate for the years 2008-2015 and 2017-2018 as 30% of the proportion of 2016. The fitted parameters for all of the cases studied, estimated values of Maximum Sustainable Yield (MSY) between 21,130 and 22,760 t and Replacement Capture (CR) values between 16,610 and 18,370 t. The striped weakfish population by 2019 would be reduced between 59% and 61% of the virginal status according to the considered model. The current status with respect to  $B_{MSY}$  and  $F_{MSY}$ , for the cases considered, determined in the Kobe plot, that the population would be at low levels of fishing mortality ( $F_t < F_{RMS}$ ) and total biomass increases in relation to the  $B_{MSY}$ , with a probability between 60 and 67% of being in higher levels of biomass in relation to the optimum biomass ( $B_{MSY}$ , PBRO). Additionally, the risk analysis shows a 27 and 32% of being between the  $B_{MSY}$  and the limiting biomass (50%  $B_{MSY}$ , PBRL). The current status would indicate that the striped weakfish population in 2018 is not overfished and is not experiencing overfishing. Finally, biomass projections and a risk analysis are carried out to evaluate different harvest exploitation strategies and constant fishing mortality rates (F). From the levels of capture analyzed, the catch values lower than 21,000 t produce a biomass recovery to optimum levels in the short and medium term. The projections made with constant F indicate that in order to reach a low risk condition of the specie, levels of F must be of the order of 90% of the  $F_{RMS}$ .

Keywords: *Cynoscion guatucupa*, stock assessment, Schaefer surplus production model, Kobe plot.

## 1. Introducción

La pescadilla, *Cynoscion guatucupa*, se distribuye desde 22°S en las costas de Río de Janeiro, Brasil, hasta 43°S en las costas del Chubut, República Argentina (Cousseau y Perrota, 2013) constituyendo un recurso de importancia comercial desde el norte de Rio Grande do Sul (29°S) hasta Bahía Blanca (41°S). Las principales áreas de concentración se encuentran sobre la franja costera uruguaya del área del Tratado como así también en El Rincón. Es un pez demersal que habita zonas muy costeras y parte de la plataforma continental, tanto en aguas típicamente marinas como mixohalinas aunque con salinidades no inferiores a 18 ups. El rango de temperatura de fondo hallado en su área de distribución varía entre 13,1°C a 20,8°C. Esta especie dentro de la Zona Común de Pesca (ZCP) se reproduce como desovante parcial. Cassia (1986) y Macchi (1998) determinaron que la época de reproducción se extiende desde octubre hasta principios de abril, realizando múltiples desoves con un pico máximo durante la primavera (octubre – noviembre) y otro de menor importancia en el otoño (enero – marzo). En el área del Tratado, la pescadilla alcanza las mayores abundancias a los 50 m de profundidad (Macchi 1998). En invierno se concentra en aguas profundas mientras que en otoño y primavera se traslada a aguas más someras, cercanas a la costa, probablemente en un movimiento asociado a la reproducción. En El Rincón las máximas densidades se registraron frente a Bahía Blanca siendo el mayor porcentaje de individuos adultos. La pescadilla se considera una especie de rápido crecimiento siendo la edad máxima encontrada en la ZCP de 14 años (López Cazorla 2000, Lorenzo 2009). Estudios de alimentación indican que es un predador nectopelágico carnívoro (López Cazorla, 1996, 2000). Díaz de Astarloa y Bolasina (1992) analizando caracteres morfométricos identificaron dos grupos poblacionales, uno compuesto por los peces provenientes del área del Tratado (costa uruguaya y norte de la Provincia de Buenos Aires) y el otro por ejemplares del sur de la provincia de Buenos Aires (El Rincón), observando que las pescadillas de El Rincón presentan la aleta pectoral, la caudal y el hocico más corto en relación con las de la ZCP.

La pescadilla es un recurso explotado tanto por Uruguay como por Argentina y Brasil. En Uruguay ocupa el tercer lugar en cuanto a captura desembarcada y es considerada la segunda especie en importancia entre los recursos demersales costeros de la ZCP, después de la corvina (*Micropogonias furnieri*). Es capturada por la flota industrial mediante redes de arrastre de fondo en la modalidad de pareja (Cordo 1986, Nion 1998). Actualmente la flota industrial costera uruguaya (Categoría B) está compuesta por 33 barcos cuya mayoría trabaja con la modalidad de arrastre a la pareja. Solo 1 de los 33 barcos que componen dicha Categoría trabaja con red de arrastre con portones. Al presente no existe una flota industrial cuya especie objetivo sea la captura de pescadilla, situación que sí se registró hasta el año 2001. La disipación de una flota dirigida a pescadilla se debió fundamentalmente a la menor demanda de la especie en los mercados internacionales y a que la flota dirigida a corvina puede absorber la demanda de esta especie. Por lo tanto, a pesar de ser la tercera especie en cantidad desembarcada, la pescadilla podría considerarse como pesca incidental de la flota dirigida a corvina (Lorenzo, 2016).

En Argentina, la pescadilla es parte de la asociación íctica costera demersal bonaerense (“variado costero”), que forma parte de una pesquería multispecífica y multiflota. De acuerdo con los volúmenes desembarcados, la pescadilla constituye una de las principales especies dentro del variado costero. La especie es capturada por barcos pertenecientes a distintas flotas que trabajan con diferentes artes de pesca: red de arrastre con portones; arrastre a la pareja; red de enmalle; con líneas de mano y mediante palangre. Entre estas flotas, el estrato de barcos que actualmente desembarca la mayor parte de las capturas de variado costero en general y de pescadilla en particular, es el estrato denominado Ic (barcos con esloras comprendidas entre los 18 y 25 m). El principal desembarque de esta especie se realiza en el puerto de Mar del Plata, donde los artes de pesca más utilizados para su captura son redes de arrastre de fondo con portones utilizados por embarcaciones de altura y media agua y red de arrastre a la pareja utilizado por embarcaciones menores en zonas de escasa profundidad (Ruarte et al. 2004). Las principales áreas de pesca argentina se encuentran en el Rincón, el Río de la Plata y la costa de Uruguay, existiendo un pico en las capturas en el período invierno-primavera (Ruarte et al. 2004). Durante el período 1996-2018 el desembarque promedio de esta especie fue del orden de las 6.000 y 8.000 t para Argentina y Uruguay respectivamente. En Brasil, casi la totalidad de desembarque se realiza en Río Grande do Sul, siendo desembarcada por la flota industrial con modalidad de arrastre con portones o de parejas y con red de enmalle a lo largo de todo el año (Haimovici 1997) y por la flota costera de mediana escala con redes de enmalle durante los meses de invierno.

Este informe está dirigido a obtener un estimado del Rendimiento Máximos Sostenibles (RMS) para pescadilla en el área del Tratado. Con dicho objetivo se presenta la aplicación de un modelo dinámico global de evaluación de stock pesquero, apropiado para tomar medidas de manejo del recurso. Se aplicó el modelo de Schaefer (1954) con datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) estandarizado para la flota

uruguay (período 2002-2018). Los parámetros del modelo, su incertidumbre y los indicadores de desempeño de la estrategia de manejo se estimaron utilizando métodos Bayesianos.

En el marco de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (CTMFM) y sobre la base de lo discutido en las Jornadas Técnicas “*Avances metodológicos para las tareas futuras de los grupos de trabajo de la CTMFM*”, realizadas en 2018, en la ciudad de Mar del Plata, con relación a los Puntos de Referencia Biológica (PBR) se acordó utilizar la definición según FAO que se citan a continuación; *Punto biológico de referencia objetivo* (PBRO): Corresponde al estado de una pesquería y/o un recurso que se considera satisfactorio. Las medidas de ordenación, tanto si se producen durante un proceso de desarrollo de una pesquería como durante un proceso de recuperación de una población, deberían destinarse a elevar y mantener a la pesquería a este nivel. En la mayoría de los casos, los puntos de referencia objetivos se expresan como niveles de resultados satisfactorios para la pesquería (por ejemplo, en términos de capturas o de esfuerzo o capacidad de pesca) y se reflejarán como objetivos de ordenación explícitos para la misma. *Punto biológico de referencia límite* (PBRL): Indica el límite en cual el estado de una pesquería y/o un recurso se considera en riesgo para su renovación. La explotación debería detenerse antes de alcanzarlo. Si se alcanza inadvertidamente un PBRL, la acción de ordenación debe frenar considerablemente o detener la explotación, según proceda, y deberán tomarse medidas correctivas de forma urgente. Los programas de recuperación de las poblaciones deben tener en cuenta un PBRL como un objetivo de reconstrucción mínimo que se debe alcanzar antes de relajar las medidas de reconstrucción o reabrir la pesquería.

Sobre esta base, el diagnóstico de la situación del recurso pescadilla de calada se realizó considerando como PBRO a la biomasa del rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$ ) y a la tasa de mortalidad por pesca del rendimiento máximo sostenible ( $F_{RMS}$ ). Además, se consideraron como PBRL al 50% de  $B_{RMS}$  y al 150% del  $F_{RMS}$ . El nivel de riesgo tolerado para la probabilidad de superar los PBRO fue de 0,5 mientras que para los PBRL fue de 0,1.

## 2. Estado actual de la pesquería de pescadilla en el área del Tratado

Los desembarques de esta especie realizados por la flota argentina y uruguaya en el área del Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo entre 1993 y 1997 fueron similares con captura del orden las 14.000 t anuales. Posteriormente, hasta 2003, Uruguay capturo más que Argentina, si bien la tendencia entre 2004 y 2008 de desembarques de ambos países se estabilizó en valores cercanos a las 10.000 t. A partir de 2008 las capturas de la flota uruguaya disminuyeron hasta alcanzar en 2016 las 3.500 t, aunque presentó en dicho año un leve incremento (200 t) respecto a 2015. La flota argentina por su parte presentó desembarques en el mismo período de alrededor de 11.500 t, disminuyendo casi 5.000 t en 2016 respecto a 2015 (**Tabla 1, Figura 1**). Los desembarques totales en 2018 en la ZCP fueron inferiores a los registrados en 2017 en aproximadamente 2.000 toneladas, alcanzado las 4.226 y 4.829 t por parte de la flota argentina y la uruguaya respectivamente.

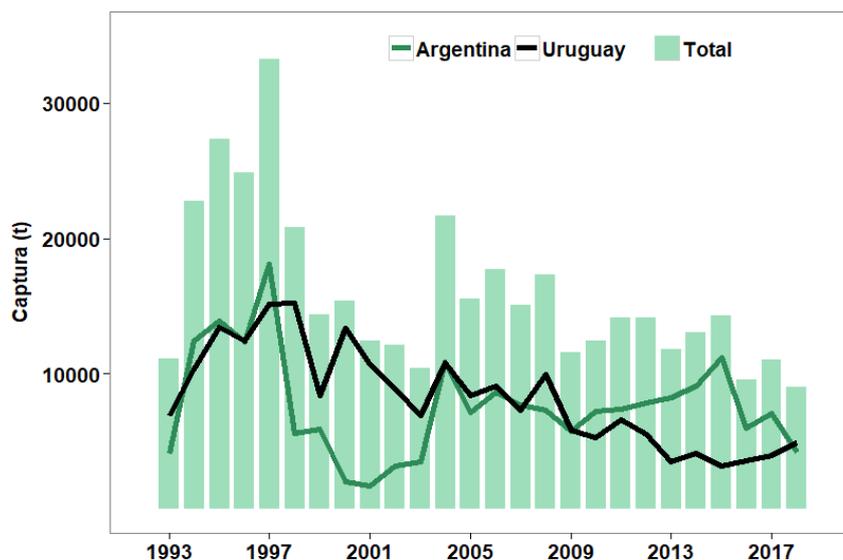
**Tabla 1.** Capturas desembarcadas (t) de pescadilla por Argentina y Uruguay en el área del Tratado en el periodo 1993-2018. Fuente de información: <sup>1</sup>1993 Frente Marítimo Vol. 15, Anexo 181-182 (1994). <sup>2</sup>1994/1995 Frente Marítimo Vol. 16, Anexo 193-194 (1996). <sup>3</sup>1996-2018 CTMFM.

	Argentina	Uruguay	Total		Argentina	Uruguay	Total
1993	4.120	6.962	11.082 <sup>2</sup>	2006	8.663	9.088	17.751
1994	12.403	10.323	227.26 <sup>3</sup>	2007	7.734	7.316	15.050
1995	13.947	13.417	27.364	2008	7.354	9.967	17.321
1996	12.381	12.447	24.828 <sup>4</sup>	2009	5.755	5.806	11.561
1997	18.102	15.144	33.246	2010	7.211	5.266	12.477
1998	5.603	15.204	20.807	2011	7.405	6.779	14.184
1999	5.938	8.440	14.378	2012	7.871	6.244	14.115
2000	2.049	13.334	15.383	2013	8.264	3.520	11.784
2001	1.726	10.726	12.452	2014	9.120	3.968	13.088
2002	3.191	8.957	12.148	2015	11.181	3.100	14.280
2003	3.499	6.959	10.458	2016	6.026	3.554	9.580
2004	10.871	10.777	21.648	2017	7.049	3.992	11.040
2005	7.171	8.384	15.555	2018	4.226	4.829	9.055

<sup>2</sup> Captura de pescadilla 1993. Frente Marítimo (1994). Vol. 15, Anexo 181-182.

<sup>3</sup> Captura 1994-1995. Frente Marítimo (1996). Vol. 16, Anexo 193-194.

<sup>4</sup> Captura 1996-2018. CTMFM



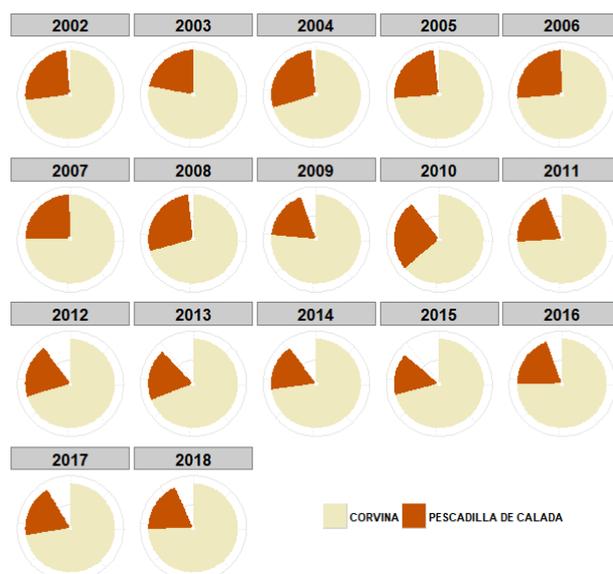
**Figura 1.** Tendencia de las capturas desembarcadas (t) de pescadilla en el área del Tratado por Argentina, Uruguay y en conjunto durante el periodo 1993-2018. Fuente de información: Captura 1993 Frente Marítimo Vol. 15, Anexo 181-182 (1994). Captura 1994/1995 Frente Marítimo Vol. 16, Anexo 193-194 (1996). Captura 1996-2018 [CTMFEM](#).

## 2.2 Captura de pescadilla respecto al total desembarcado por la flota Categoría B de Uruguay

Entre 2002 y 2018 el porcentaje de corvina y pescadilla sobre el total de la captura de los buques Categoría B varió entre el 63 a 77% y 16 a 27% respectivamente. Juntas estas especies representan en promedio el 93% de las capturas de la Categoría. A partir de 2010 la captura de pescadilla descendió sistemáticamente hasta 2015 aumentando aproximadamente 2% en 2018. Por su parte la proporción de corvina desembarcada se mantuvo estable aumentando en 2018 respecto a 2017 en un 5% (**Tabla 2, Figura 2**). Las restantes especies que aportan a la captura total de esta Categoría son pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*) y pargo blanco (*Umbrina canosai*). Como se observa en la **Figura 2**, la suma de estas especies entre 2010 y 2015 representaron el 11%, de los cuales el 7% corresponde a pescadilla de red. A partir de 2016, si bien esta proporción se mantuvo, el aporte a la captura total de estas especies disminuyó a un 7%.

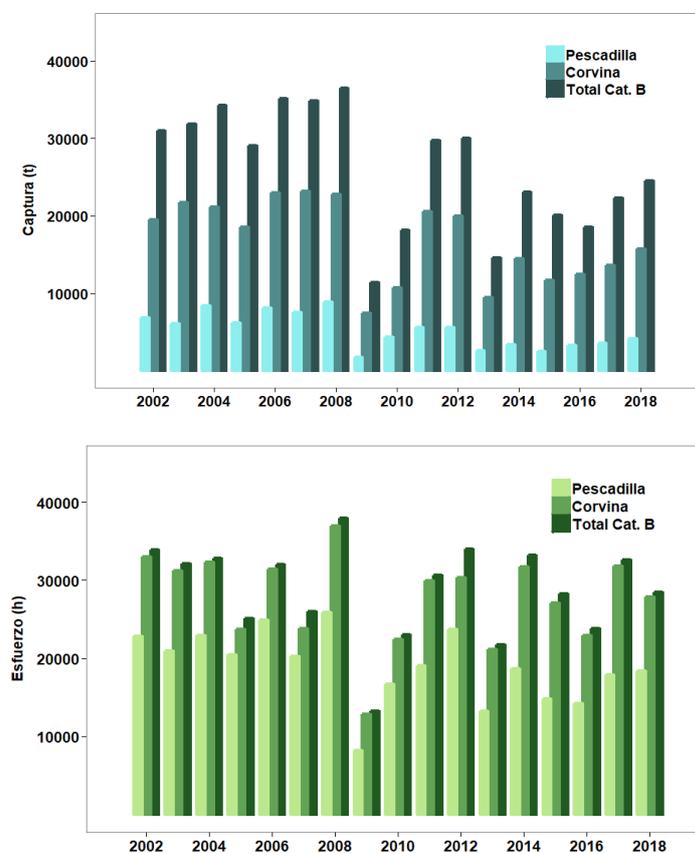
**Tabla 2.** Porcentaje de captura de corvina y pescadilla sobre el total de captura de la flota Categoría B para el periodo 2002-2018.

	Corvina	Pescadilla
2002	72	25
2003	77	22
2004	69	27
2005	72	24
2006	72	26
2007	74	24
2008	69	27
2009	75	18
2010	63	25
2011	73	20
2012	68	20
2013	67	19
2014	71	17
2015	70	16
2016	74	19
2017	70	19
2018	75	17



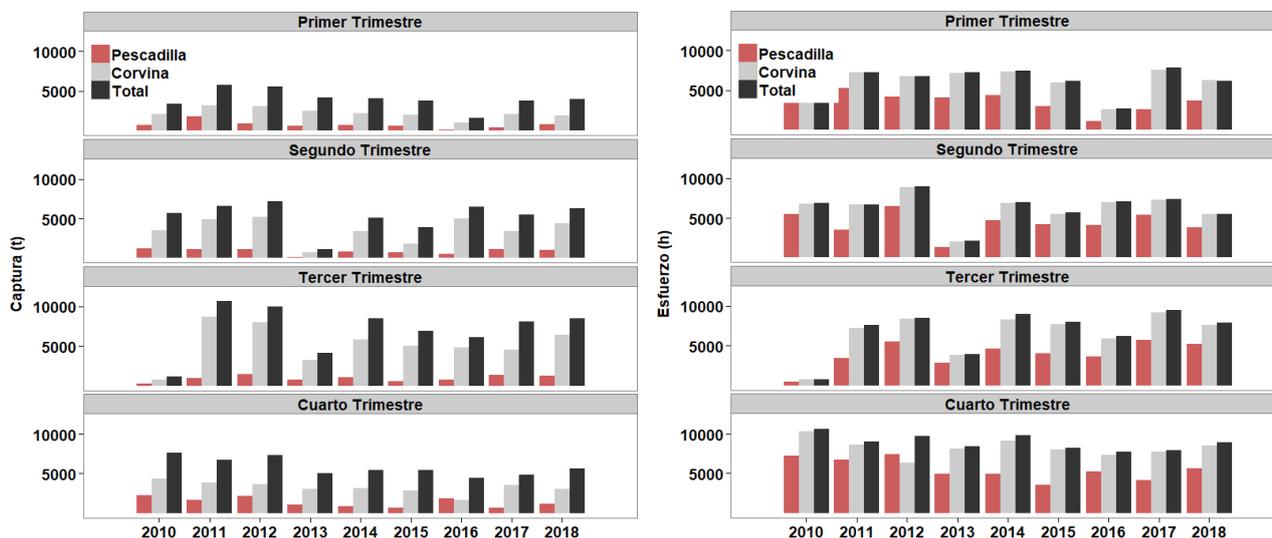
**Figura 2.** Proporción de corvina y pescadilla de calada sobre el total de captura de la flota Categoría B para el periodo 2002-2018. Las proporciones en blanco representan otras especies tales como pargo blanco (*Umbrina canosai*) y pescadilla de red (*Macrodon ancylodon*) como se aclara en el texto.

En la **Figura 3** se presenta la tendencia comparada de la captura en toneladas y esfuerzo en horas de arrastre de pescadilla, corvina y para el total de la flota industrial costera. Como se mencionó anteriormente el aumento la captura total de esta categoría en los últimos tres años está dada por la corvina y en menor proporción por la pescadilla. Se destaca que la flota está dirigida a esta especie al observar las horas de arrastre de corvina con relación a dicho indicador para la totalidad de la flota.



**Figura 3.** Captura (t) y esfuerzo (horas de arrastre) anual de corvina, pescadilla y total de la flota costera uruguaya.

Por trimestre, la tendencia de la pesquería de corvina fue el indicador del esfuerzo y de la captura total de la flota costera, lo cual no se observó con la pescadilla. En términos generales, el desembarque de pescadilla fue mayor en el tercer y cuarto trimestre. A partir del año 2010, tanto la captura como las horas de arrastre disminuyen hacia 2015 (**Figura 4**). Particularmente en 2016 se registró un incremento importante del desembarque superando incluso el valor de corvina en la época de primavera. Con relación al esfuerzo, la tendencia general de la flota siguió determinada por corvina (**Figura 4**).

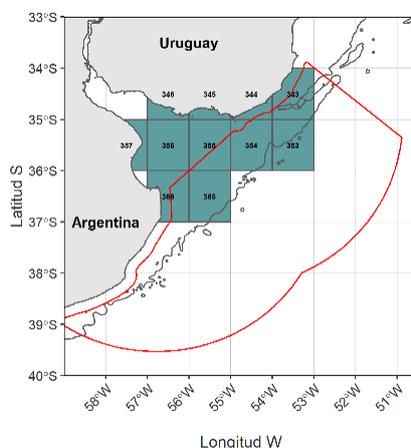


**Figura 4.** Captura (t) y esfuerzo (horas de arrastre) por trimestre de corvina, pescadilla y total de la flota costera uruguaya.

### 2.3. Tendencia del esfuerzo nominal y captura de pescadilla en la flota costera uruguaya

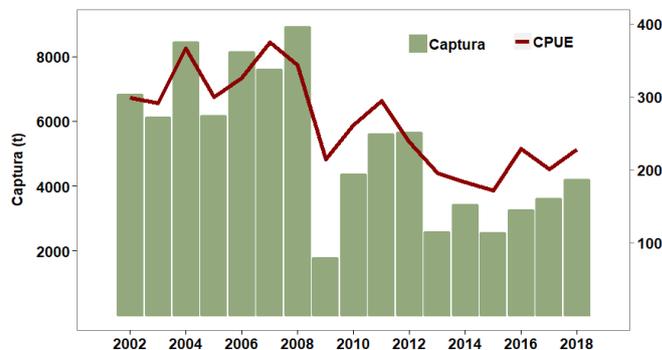
Se utilizó la información proveniente de los partes de pesca proveniente de la flota costera los cuales son entregados a DINARA como declaración jurada por la empresa correspondiente. Los datos seleccionados cumplieron con los siguientes criterios: 1) conformación de la unidad de pesca, 2) que los registros de ambos buques que forman la pareja incluyan datos de posición del lance y/o cuadrángulo estadístico, de esfuerzo (horas de pesca) y captura.

La tendencia de las capturas declaradas y el esfuerzo por año y mes se analizó considerando: a) el área total de operación de la flota y b) cuadrángulo estadístico. En la **Figura 5** se presenta la ubicación geográfica de los cuadrángulos estadísticos correspondiente al área de operación de la flota costera uruguaya.



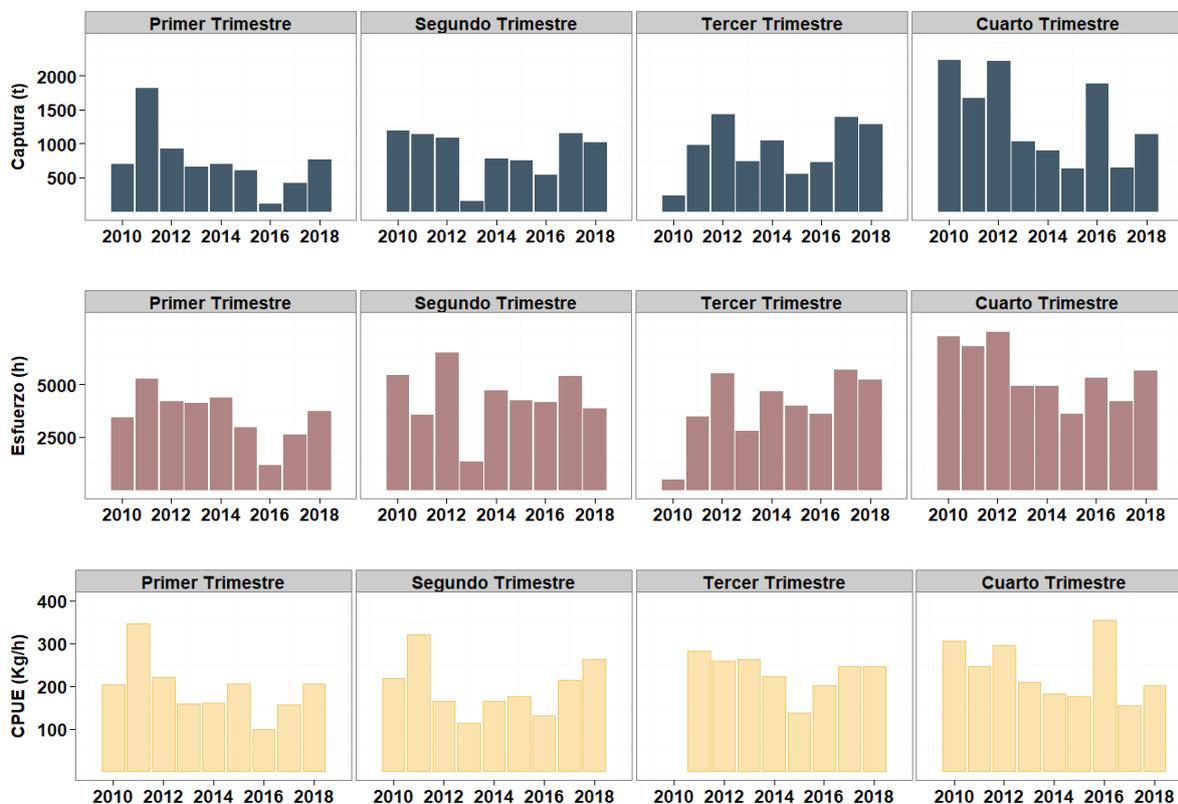
**Figura 5.** Cuadrángulos estadísticos donde opera la flota uruguaya costera dirigida a corvina.

Del análisis anual de la información derivada del parte de pesca, se pudo discriminar dos periodos, uno entre 2002-2008 donde la captura promedió las 7.500 t y el segundo entre 2009-2018 con un promedio de 3.600 t. En términos de esfuerzo también se identifican dos periodos, el primero entre 2002 y 2008 con una tendencia creciente hasta 25.000 horas. El segundo período entre 2009 y 2018 con gran variabilidad interanual sobre todo entre 2009 y 2013. En el último año del período se registró un incremento de los desembarques de la especie y una leve disminución del esfuerzo total (**Figura 6**).



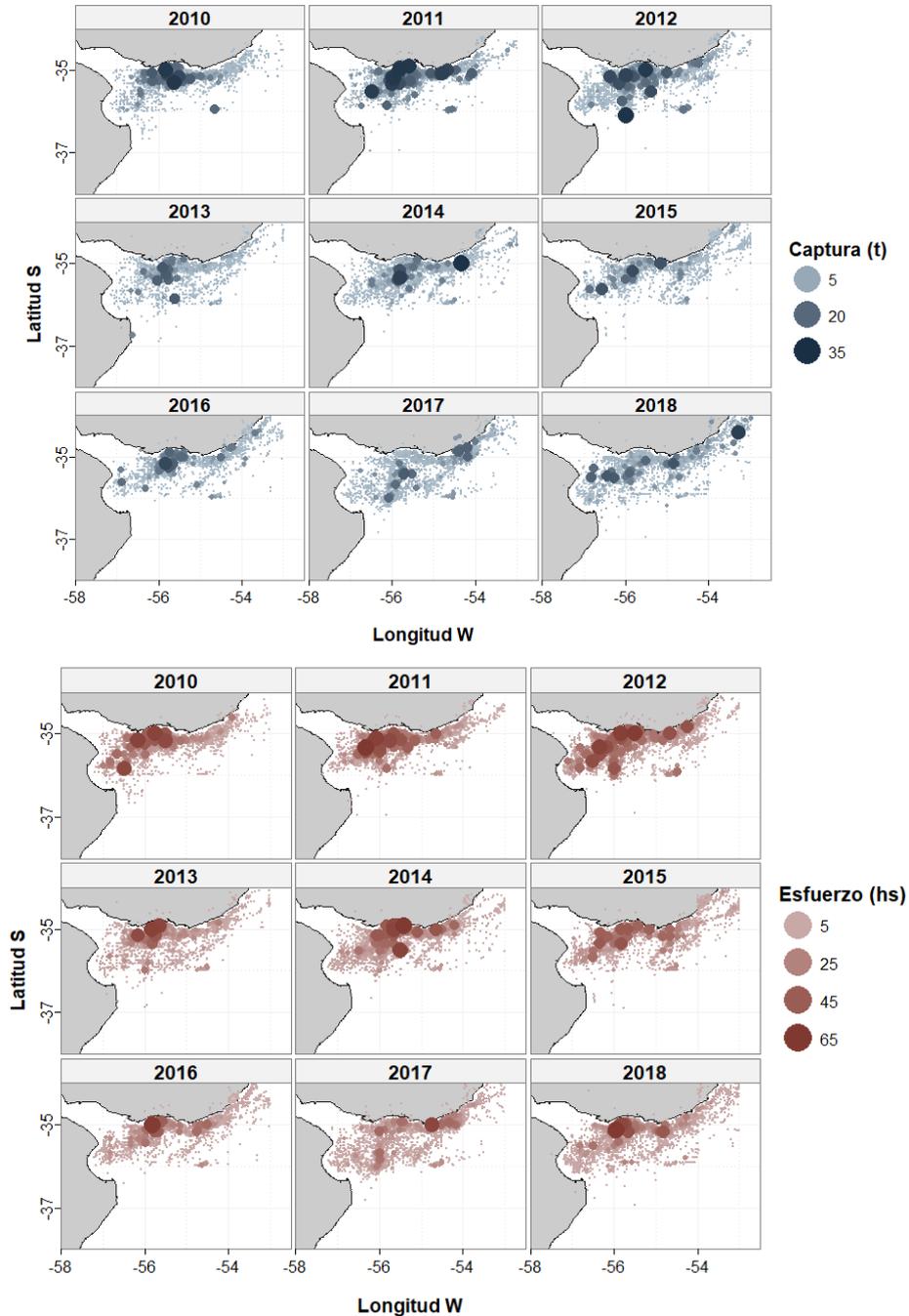
**Figura 6.** Tendencia de la captura (toneladas) y CPUE (Captura por unidad de esfuerzo Kg/h) de pescadilla. Información proveniente de los partes de pesca de la flota costera uruguaya.

Desde el punto de vista estacional se observó que entre 2010 y 2018 los mayores desembarques de pescadilla ocurren durante octubre y diciembre promediando para el periodo 1.300 t. Asimismo, se destaca que, durante setiembre-noviembre, aunque con algunas fluctuaciones dependiendo del año (**Figura 7**) las capturas y el esfuerzo promediaron las 250 t y las 1.600 horas de arrastre respectivamente. El bajo volumen de desembarque registrado en 2013 se corresponde con el paro total de actividad de la flota costera en los meses de mayo a junio. En 2017 los mayores valores de captura se registraron en abril y julio.



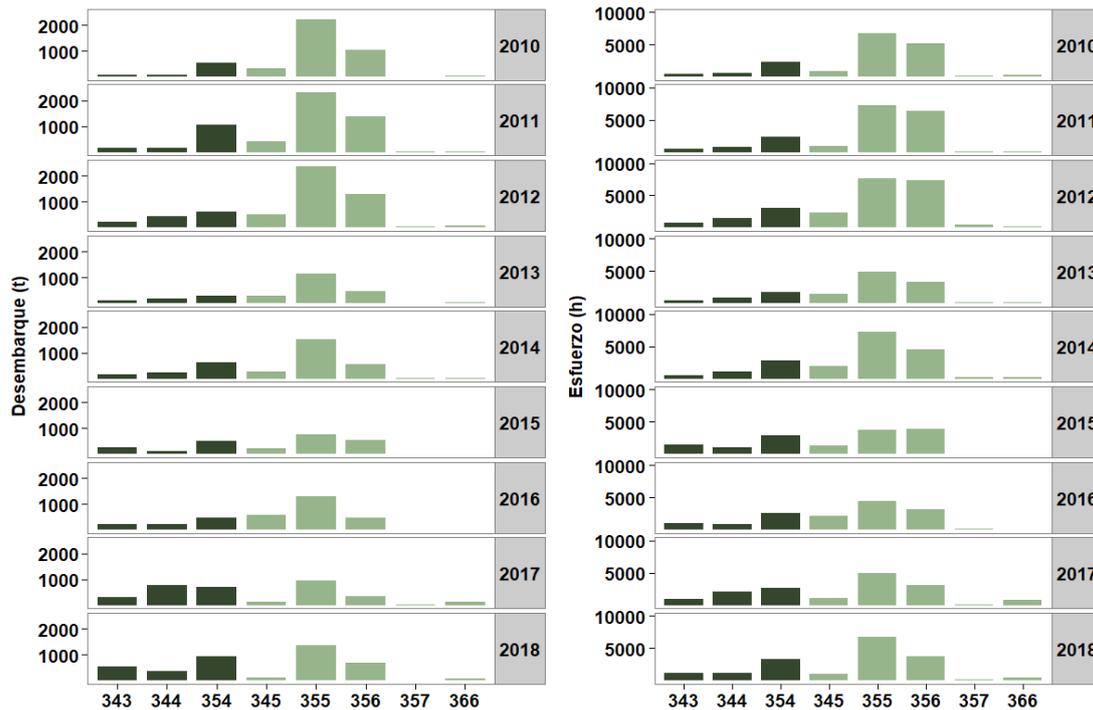
**Figura 7.** Evolución mensual de la captura (t) de pescadilla y esfuerzo (h) de la flota costera uruguaya en los años 2010 a 2018.

En la **Figura 8** se presenta la distribución lance a lance por año de captura de pescadilla de calada la flota pesquera. El área de mayor concentración de las capturas es el área del Río de la Plata. En particular en 2014 el área costera atlántica uruguaya representó más de la cuarta parte de la captura anual.



**Figura 8.** Distribución de la captura (toneladas) y esfuerzo (horas de arrastre) por lance de pesca con pescadilla de la flota Categoría B.

Desde el punto de vista de los cuadrángulos de pesca (**Figura 9**), entre 2013 y 2015 la mayor actividad se realizó en el área 355 y 356, dado que esta flota es dirigida a corvina y estas son las áreas de mayor concentración de la especie. En el cuadrángulo 355, la captura se mantiene en los mayores niveles de la región con un promedio de 1.200 t y 5.000 h. En el área oceánica costera el cuadrante 354 presenta tendencia creciente del desembarque en 2017 y 2018 alcanzando 650 t.



**Figura 9.** Captura de pescadilla (toneladas) y esfuerzo (horas de arrastre) por cuadrángulo estadístico entre los años 2010- 2018.

### 3. Índice de abundancia de pescadilla

Los datos se obtuvieron de los partes de pesca de la flota costera uruguaya correspondientes al período 2002-2018. La información se seleccionó de acuerdo con los siguientes criterios: 1) que las horas registradas por lance estuvieran entre 1 a 5; 2) que los registros incluyan datos de posición del lance y de esfuerzo (horas de arrastre). Se estratificó la variable flota de acuerdo al resultado de aplicar un árbol de clasificación considerando la potencia del motor (HP). Esto dio como resultado dos estratos: barcos mayores y menores a 1.050 HP.

Además de la abundancia del recurso pesquero, la CPUE depende de las características estructurales de las embarcaciones que componen la flota (potencia, capacidad de bodega, eslora, etc.), de modificaciones que éstas experimentan a través del tiempo debido al envejecimiento o la introducción de mejoras tecnológicas, y de la época y áreas de pesca. Por lo tanto, para la estimación de la CPUE estandarizada, es conveniente tener presente, en la medida de lo posible, el mayor número de factores que puedan afectar este índice de abundancia. Un modelo que contempla adecuadamente esta situación es el Modelo Lineal General (MLG) (Large 1992, Hernández 2004, Hernández y Perrotta 2006).

Para definir el modelo a ser utilizado en el cálculo de los índices de CPUE, se procedió de la siguiente manera:

1. Se ajustó el modelo incluyendo todas las interacciones de primer orden.
2. Se detectaron los términos de interacción que fueran estadísticamente no significativos.
3. Se ajustó nuevamente el modelo considerando sólo los factores e interacciones estadísticamente significativo.

Los MLG aplicados empleando como datos básicos los valores de captura en cada marea, expresado en kilogramos por hora de arrastre y fueron definidos como se expresan en la **Tabla 3**. Asimismo, se presenta el valor del criterio de información de Akaike.

Para el ajuste del modelo, se analizó la adición de cada variable al modelo con relación a un modelo completo (con todas las variables explicativas). La significancia de la adición de cada variable al modelo fue evaluada mediante el valor de probabilidad p del test de  $\chi^2$  (si el valor de  $p < 0,05$  entonces la variable o factor resulta significativo).

**Tabla 3.** Modelos Lineales Generales aplicados empleando como datos básicos los valores de captura en cada marea, expresado en kilogramos por hora de arrastre. Valor del criterio de información de Akaike.

MODELO		AIC
1	$Ln (CPUE) = \mu + Año_i + Trimestre + Cuadrángulo_k + Barco_l + \varepsilon_{ijkl}$	37971
2	$Ln (CPUE) = \mu + Año + Mes + Cuadrángulo_k + Barco_l + \varepsilon_{ijkl}$	37833
3	$Ln (CPUE) = \mu + Año_i + Trimestre + Cuadrángulo_k + Barco_l + Año:Trimestre + \varepsilon_{ijkl}$	37846
4	$Ln (CPUE) = \mu + Año + Trimestre + Cuadrángulo_k + Barco_l + Año:Trimestre + Trimestre: Cuadrángulo_k + \varepsilon_{ijkl}$	37707

*Ln (CPUE)*: logaritmo natural de la CPUE por viaje, expresado en kilogramos por hora de arrastre.  
Año, Trimestre: correspondiente a la fecha de arribo a puerto de la embarcación.  
Cuadrángulo: cuadrángulo de pesca correspondiente a 1° x 1° de latitud.  
Barco: cada una de las embarcaciones de la flota categoría B que capturó pescadilla.  
Año: Trimestre: interacción de primer orden entre el año y el trimestre.  
Año: Cuadrángulo: interacción de primer orden entre el año y el cuadrángulo de pesca.  
Trimestre: Cuadrángulo: interacción de primer orden entre el trimestre y el cuadrángulo de pesca.  
 $\varepsilon$ : Término de error del modelo.

Se utilizaron los valores de desviaciones para determinar el conjunto de variables explicativas e interacciones que explican la mayor variabilidad de los datos debido a la baja sensibilidad del estadístico  $\chi^2$ . El aporte de cada variable se resume en el porcentaje de desviación explicada por la adición de esa variable en relación a la desviación explicada por el modelo completo. Los factores e interacciones que alcanzan el 3% o más de la variabilidad explicada se incluyeron como variable explicativa en el modelo final.

Los valores medios de  $Ln (CPUE)$  se expresaron en términos de la variable original ( $CPUE$ ) aplicando directamente la transformación antilogarítmica (Hernández, 2004). De esta forma, matemáticamente se definió:

$$\overline{CPUE}_t = e^{\overline{\ln(CPUE)}_t}$$

Siendo:

$\overline{CPUE}_t$  : Índice de abundancia correspondiente al año t.

$\overline{\ln(CPUE)}_t$  : Valor medio mínimo-cuadrático de los logaritmos de la CPUE, para el año t.

Para la selección del modelo se utilizó el criterio de información de Akaike como una medida de la bondad de ajuste de los modelos estadísticos el cual describe la relación entre el sesgo y varianza en la construcción del modelo.

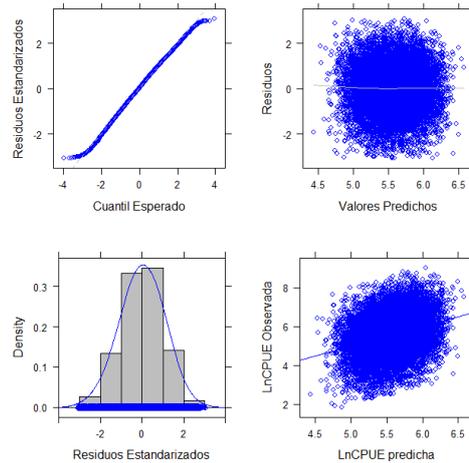
### 3.1. Resultados

Se presentan los resultados de los modelos 2 y 4 por presentar el mejor ajuste según el AIC.

#### Modelo 2

$$Ln (CPUE) = \mu + Año + Mes + Cuadrángulo + Barco + \varepsilon_{ijkl}$$

La distribución de los residuos resultantes de la aplicación del modelo presenta un buen ajuste respecto de su valor normal esperado (**Figura 10**). Para la serie de datos considerada, el modelo planteado explicó un 18% de la varianza total ( $R^2 = 0,18$ ). Todas las variables consideradas en el modelo resultaron significativas según el estadístico  $\chi^2$  y un nivel de significación del 5% (**Tabla 4**).

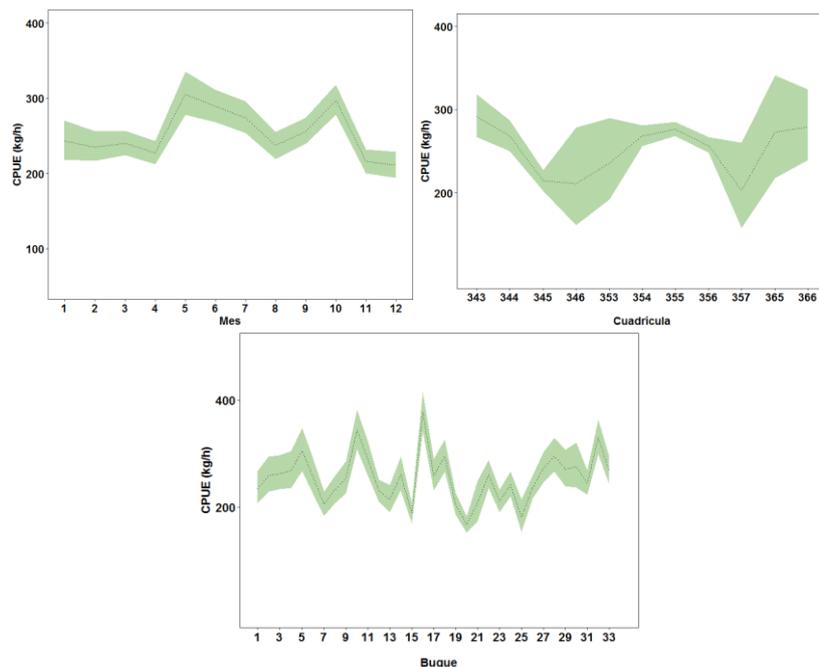


**Figura 10.** Gráficos diagnósticos para el MLG. La línea punteada representa el patrón esperado de las observaciones y la línea sólida la curva suavizada de las estimaciones. Periodo 2002-2018. Modelo 2.

**Tabla 4.** Resultados del análisis de desviación del MLG para la serie de datos proveniente de la flota comercial durante el período 2002-2018. Factores: Año, Mes, Cuadrángulo, Barco.

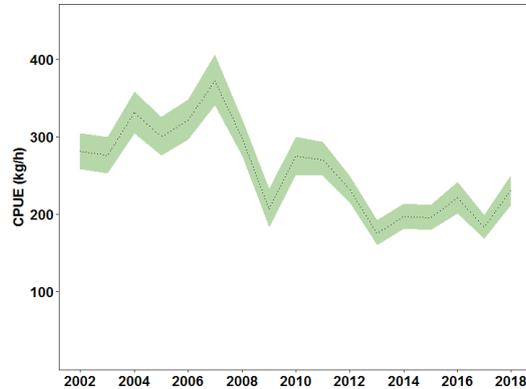
	Df	Desviación	GLR	DR	Pr(>Chi)	%VR
<b>Año</b>	16	632,08	13334	14731	0,00E+00	0,54912
<b>Mes</b>	11	12,48	13331	14719	8,62E-03	0,01084
<b>Cuadrángulo</b>	10	67,05	13321	14652	0,00E+00	0,05825
<b>Barco</b>	32	439,46	13289	14212	0,00E+00	0,38178

En la **Figura 11** se presenta la CPUE (kg/h) en relación con las variables consideradas en el modelo. Los meses de mayor CPUE estimada corresponden a mayo y octubre con valores de 305 kg/h y 297 kg/h respectivamente. El cuadrángulo de pesca 366 (Latitud 36-37° S, Longitud 56-57° W) fue el de mayor CPUE media estimada con 279 kg/h y el mínimo fue el 357 con 203 kg/h. En términos de flota se estimó una CPUE mínima de 167 kg/h y una máxima de 377 kg/h.



**Figura 11.** Variación del CPUE (kg/h) por mes, cuadrángulos de pesca y flota (embarcación). Se presenta el intervalo de confianza de 95%.

En la serie estandarizada (**Figura 12**) se observaron tres períodos, el primero entre 2002 y 2007 presentó tendencia creciente hasta alcanzar 372 kg/h. El segundo período fue entre 2009 y 2013. En dichos años en particular se observaron los menores valores estimados del período (206 y 175 kg/h respectivamente) con un valor promedio de 232 kg/h y tendencia levemente a la baja hacia 2013. El último período, a partir de 2014 la CPUE incrementó alcanzando en 2018 los 231 kg/h (**Figura 12**).

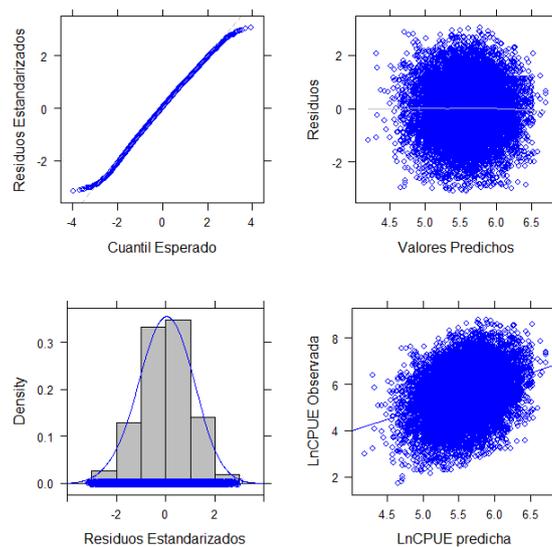


**Figura 12.** Tendencia de los valores medios anuales de CPUE (kg/h), expresada en logaritmo, para el período 2002-2018 (las líneas coloreadas indican el intervalo de confianza al 95%).

#### Modelo 4

$$\text{Ln}(CPUE) = \mu + \text{Año} + \text{Trimestre} + \text{Cuadrante} + \text{Barco} + \text{Año}:\text{Trimestre} + \text{Trimestre}:\text{Cuadrante} + \varepsilon_{ijkl}$$

En este modelo la distribución de los residuos resultantes de la aplicación del modelo presenta cierta desviación al valor normal esperado (**Figura 13**). Para la serie de datos considerada, el modelo planteado explicó un 24% de la varianza total ( $R^2 = 0,24$ ). Todas las variables e interacciones de primer orden consideradas en el modelo resultaron significativas según el estadístico  $\chi^2$  y un nivel de significación del 5% (**Tabla 5**).

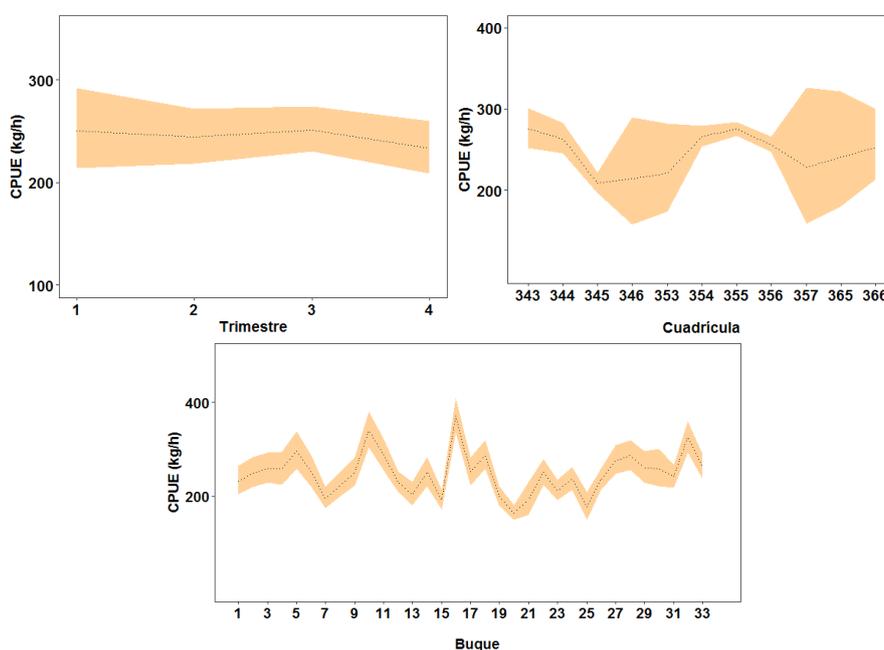


**Figura 13.** Gráficos diagnósticos para el MLG. Distribución total de los residuos y de la CPUE transformada (ln CPUE). MLG 4. 2002-2018.

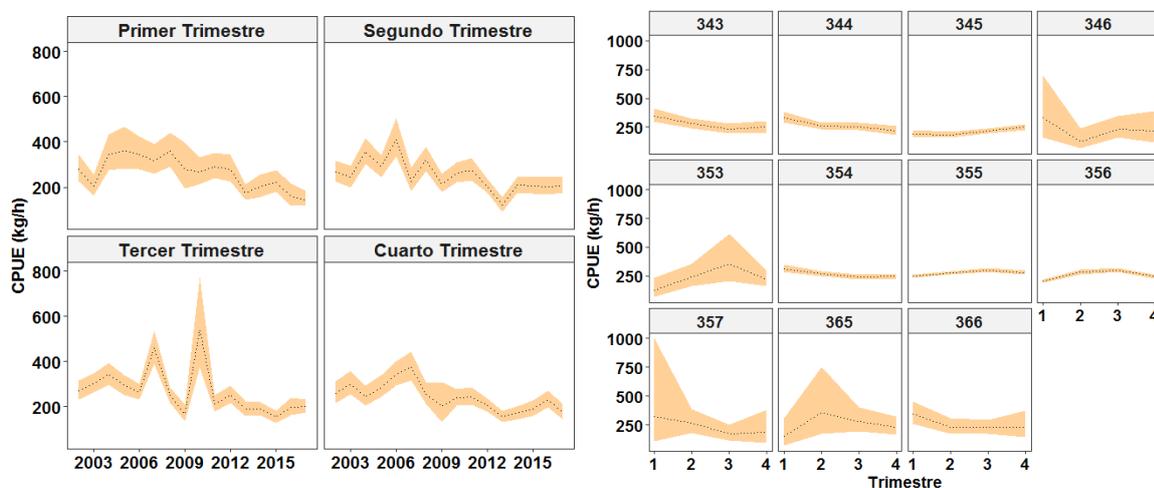
**Tabla 5.** Resultados del análisis de desviación del MLG para la serie de datos proveniente de la flota comercial uruguaya. Período 2002-2018. Factores: Año, Trimestre, Cuadrángulo y Barco.

	Df	Desviación	GLR	DR	Pr(>Chi)	%VR
<b>Año</b>	16	634,91	13267	13934	0,00E+00	0,408
<b>Trimestre</b>	3	10,64	13264	13923	1,32E-02	0,007
<b>Cuadrángulo</b>	10	66,57	13254	13857	0,00E+00	0,043
<b>Barco</b>	32	445,64	13222	13411	0,00E+00	0,287
<b>Año:Trimestre</b>	48	240,82	13174	13170	0,00E+00	0,155
<b>Trimestre:Cuadrángulo</b>	30	156,39	13144	13014	0,00E+00	0,101

En la **Figura 14 y 15** se presenta la CPUE (kg/h) en relación con las variables consideradas en el modelo. La variable trimestre si bien resultó significativa en el ajuste, presentó valores muy similares con una variación en la estimación entre 250 y 300 kg/h.



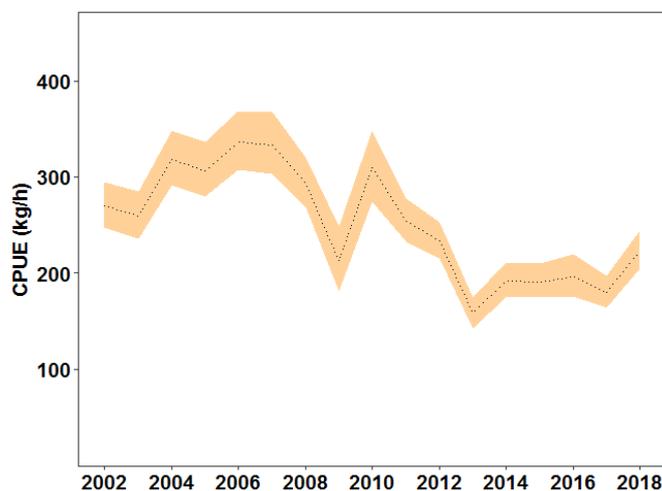
**Figura 14.** Variación CPUE (kg/h) por: trimestre, cuadrángulo, barco. El sombreado indica el intervalo de confianza de 95%.



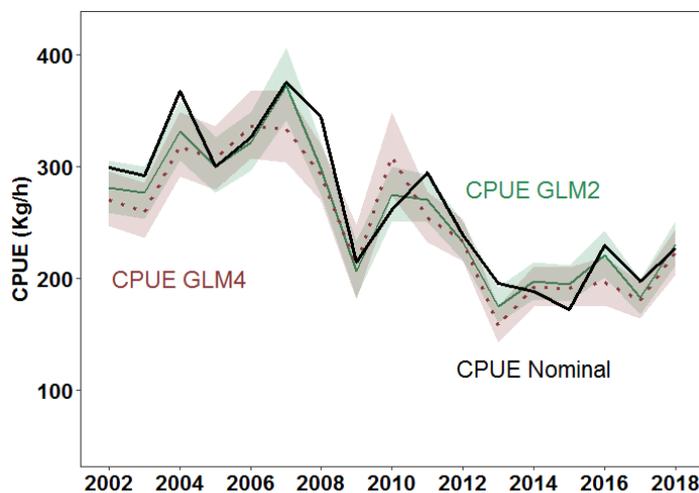
**Figura 15.** Variación de la CPUE (kg/h) para las interacciones de primer orden entre el año y trimestre y trimestre y cuadrángulo. El sombreado indica el intervalo de confianza de 95%.

En la serie estandarizada estimada (**Figura 16**) se observó una tendencia estable entre 2004 y 2008 en alrededor de 325 kg/h. Los años 2009 y 2013 indicaron los menores valores del período, con el mínimo de CPUE en este último año (158 kg/h). A partir de 2014 se inicia una etapa de recuperación hasta alcanzar en 2018 los 223 kg/h (**Figura 16**).

En la **Figura 17** se presenta la tendencia de la CPUE estandarizada a partir de la aplicación de GLM y la CPUE nominal.



**Figura 16.** Tendencia de los valores medios anuales de CPUE (kg/h), expresada en logaritmo, para el período 2002-2018 (las líneas coloreadas indican el intervalo de confianza al 95%). Modelo GLM 4.



**Figura 17.** Tendencia de los valores medios anuales de CPUE (kg/h) para el período 2002-2018 (las líneas coloreadas indican el intervalo de confianza al 95%) y CPUE nominal.

#### 4. Modelo de evaluación

##### 4.1. Insumos

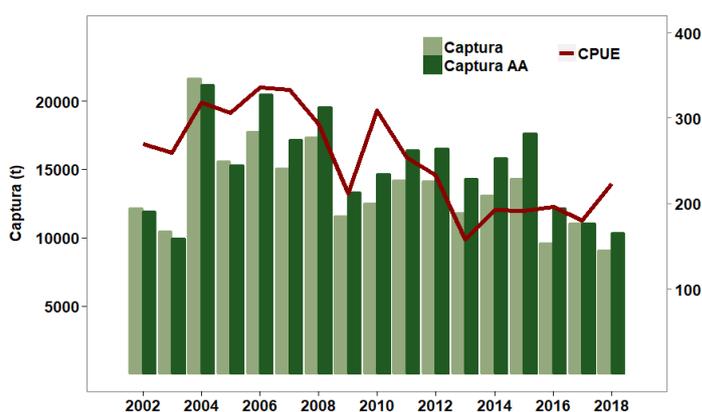
Como insumo de captura se consideraron los siguientes casos:

1. Captura total de pescadilla en el área del Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo periodo 1993-2018 (**Tabla 1**).
2. Captura total de pescadilla en el área del Tratado del Río de la Plata y su frente marítimo periodo 1992-2018 con la incorporación de aguas jurisdiccionales argentinas. Sobre la base de la

información publicada se estimaron los valores de años faltantes (2008-2015 y 2017-2018) considerando un 30% de incremento sobre el valor de la captura de Argentina correspondiente a la ZCP. Este porcentaje se determinó a partir de la información proporcionada para 2016 (**Figura 18**). Se presenta en la **Tabla 6** la captura total argentina correspondiente a la ZCP incluyendo aguas jurisdiccionales.

**Tabla 6.** Captura de pescadilla en aguas del área del Tratado y aguas jurisdiccionales argentinas. Se indica las referencias bibliográficas como fuente de información. En cursiva se indica las capturas estimadas. AT: área del Tratado. AA: aguas jurisdiccionales argentina.

	Argentina		Uruguay	Total	
	AT	Norte 39°S	AT	AT	AT+AA
1992		6.931 <sup>5</sup>			15.717
1993	4.120 <sup>6</sup>	4.146	6.962	11.082	11.108
1994	12.403	10.139	10.323	22.726	20.462
1995	13.947	13.852 <sup>7</sup>	13.417	27.364	27.269
1996	12.381	12.381	12.447	24.828	24.828
1997	18.102	18.102	15.144	33.246	33.246
1998	5.603	9.581	15.204	20.807	24.785
1999	5.938	5.854	8.440	14.378	14.294
2000	2.049	2.107	13.334	15.383	15.441
2001	1.726	1.665	10.726	12.452	12.391
2002	3.191	2.969	8.957	12.148	11.926
2003	3.499	2.958	6.959	10.458	9.917
2004	10.871	10.408	10.777	21.648	21.185
2005	7.171	6.890	8.384	15.555	15.274
2006	8.663	11.362	9.088	17.751	20.450
2007	7.734	9.844	7.316	15.050	17.160
2008	7.354	9.561	9.967	17.321	19.528
2009	5.755	7.482	5.806	11.561	13.288
2010	7.211	9.374	5.266	12.477	14.640
2011	7.405	9.626	6.779	14.184	16.405
2012	7.871	10.233	6.244	14.115	16.477
2013	8.264	10.744	3.520	11.784	14.264
2014	9.120	11.856	3.968	13.088	15.824
2015	11.181	14.535	3.100	14.280	17.635
2016	6.026	8.571 <sup>8</sup>	3.554	9.580	12.125
2017	7.049	7.049	3.992	11.040	11.041
2018	4.226	5.494	4.829	9.055	10.323



**Figura 18.** Captura de pescadilla en el área del Tratado del río de la Plata y su frente marítimo y serie de CPUE estandarizada (GLM 4) (Kg/h) de la flota uruguaya 2002-2018.

<sup>5</sup> Ruarte, C. y R. Perrotta. 2007. Estimación de un índice de abundancia anual estandarizado para la pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) mediante la aplicación de un modelo lineal general. Periodo 1992-2003. INIDEP Informe Técnico 64. 19 p.

<sup>6</sup> 1993 Frente Marítimo Vol. 15, Anexo 181-182 (1994) 1994/1995 Frente Marítimo Vol. 16, Anexo 193-194 (1996) 1996-2018 CTMFM

<sup>7</sup> Ruarte, C., A. Aubone. 2008. Compendio de las evaluaciones de pescadilla de red en el periodo 2001-2007. Recomendaciones de manejo para el año 2008. Informe Técnico Oficial N°030. INIDEP. 11p.

<sup>8</sup> Lorenzo, M.L., C. Carozza y C. Ruarte. 2018. Evaluación de la abundancia y estado de explotación de corvina (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Frente Marítimo Vol. 25, 131-157.

La serie de CPUE correspondientes al lance a lance de cada marea, expresado en kilogramos por hora de arrastre utilizada para los modelos de evaluación fue la correspondiente al modelo GLM4.

Se utilizó el modelo logístico de biomasa excedente de Schaefer (1954) para determinar indicadores de productividad del stock: Rendimiento Máxima Sostenible  $RMS$  y la biomasa que permite estar por encima de dicho rendimiento  $B_{RMS}$ . Asimismo, se estimaron indicadores del estado presente del stock: la fracción de biomasa actual,  $B_{2019}$  en función de  $B_{RMS}$  y la fracción de la biomasa actual en función de la biomasa virgen.

El modelo de Schaefer (1954) en su versión dinámica se expresa de la siguiente manera:

$$B_{t+1} = \left[ B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{k} \right) - C_t \right]$$

Para el modelo a los efectos de definir un modelo estadístico con los datos observados (captura y CPUE) se supuso que:

$$I_t = qB_t \exp(\varepsilon_t)$$

Donde  $\varepsilon_t$  es el error de observación y tiene distribución normal centrada con varianza  $\sigma$  y  $q$  es el coeficiente de capturabilidad.

#### ***Ajuste de los parámetros por inferencia Bayesiana***

Los parámetros del modelo, su incertidumbre y los indicadores de desempeño de la estrategia de manejo se estimaron con métodos Bayesianos. Estos métodos permiten usar de una forma sencilla información previa sobre los parámetros para construir las distribuciones a posteriori de los mismos, actualizando la información a priori con la obtenida de los datos. En este marco estadístico, la probabilidad de la hipótesis dados los datos o distribución de probabilidad posterior  $Pr \{H_i/data\}$  fue estimada con la siguiente ecuación (Hilborn y Mangel 1997):

$$Pr\{H_i/data\} = \frac{L\{data/H_i\}Prior\{H_i\}}{\sum_j L\{data/H_j\}Prior\{H_j\}}$$

Esta metodología incorpora incertidumbre al modelo determinista de Schaefer e incertidumbre sobre los índices de CPUE observado mediante variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas de forma multiplicativa que representan respectivamente el error del proceso y el error de observación. Se utiliza en este caso la reparametrización realizada por Meyer & Millar (1999) para realizar inferencia Bayesiana denominada *Modelo de Espacios de Estado*. Los espacios de estado se refieren a las observaciones de la serie de tiempo observada de  $CPUE_t$  “estados” y a la serie de tiempo no observada  $B_t$ . Estos estados se suponen que siguen un modelo de transición estocástica. Si se asume que la biomasa anual es un porcentaje de la capacidad de carga se puede plantear la siguiente reparametrización:  $P_t = B_t/K$ , el motivo de utilizar esta reparametrización es acelerar el muestreo de Gibbs. Además, se supone que la incertidumbre tiene una distribución Log-Normal con los parámetros que se detallan a continuación. Bajo estos supuestos el nuevo modelo se puede expresar de la siguiente forma:

$$\begin{cases} P_1 | \sigma^2 = \exp(u_1) \\ P_t | P_{t-1}, r, K, \sigma^2 = \left( P_{t-1} + rP_{t-1} \left( 1 - \frac{P_{t-1}}{K} \right) - \frac{C_{t-1}}{K} \right) \exp(u_t) \\ CPUE_t | P_t, q, \tau^2 = (qKP_t) \exp(v_t) \end{cases}$$

donde  $u_t$  y  $v_t$  son variables aleatorias i.i.d. normales con media 0 y varianza  $\sigma^2$  para  $u_t$  y varianza  $\tau^2$  para  $v_t$  para cada instante  $t$ . Por el teorema de Bayes tenemos que la distribución a posteriori de los parámetros se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N / CPUE_1, \dots, CPUE_N) \propto \\ & P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) P(CPUE_1, \dots, CPUE_N / K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) \end{aligned}$$

Se realizó el supuesto de que la distribuciones a priori de los parámetros  $K, r, q, \tau^2, \sigma^2$  son independientes a priori entonces dicha distribución conjunta de los parámetros es:

$$P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) = P(K)P(r)P(q)P(\tau^2)P(\sigma^2)P(P_1, \dots, P_N)$$

$$P(P_1, \dots, P_N) = P(P_1 / \sigma^2) \prod_{t=2}^{t=N} P(P_t / P_{t-1}, K, r, \sigma^2)$$

La verosimilitud de los datos queda en función del modelo definido anteriormente como se presenta a continuación:

$$P(CPUE_1, \dots, CPUE_N / K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N) = \prod_{t=1}^{t=N} P(CPUE_t / q, \tau^2, P_t)$$

Remplazando en la fórmula de la distribución posterior finalmente se obtiene:

$$P(K, r, q, \tau^2, \sigma^2, P_1, \dots, P_N / CPUE_1, \dots, CPUE_N) \propto$$

$$P(K)P(r)P(q)P(\tau^2)P(\sigma^2)P(P_1 / \sigma^2) \prod_{t=2}^{t=N} P(P_t / P_{t-1}, K, r, \sigma^2) \prod_{t=1}^{t=N} P(CPUE_t / q, \tau^2, P_t)$$

Sobre la base de los resultados obtenidos en evaluaciones anteriores se optó por ajustar el modelo con distribuciones a priori log normal para  $r$  y  $K$ , no informativa para  $q$ , e inversas gama para  $\sigma^2$  y  $\tau^2$ .

Se estimó la distribución de probabilidad posterior de los siguientes parámetros: la capacidad de carga, la tasa intrínseca de crecimiento, el coeficiente de capturabilidad, sigma, tau y el error estándar de la valoración de la biomasa anual. Las distribuciones de probabilidad posterior de los parámetros fueron estimadas con simulaciones de las cadenas de Markov-Monte Carlo (MCMC). Se realizaron un total de 1.000.000 de simulaciones usando el software OpenBUGS con un “quemado” inicial de 100.000 vectores de parámetros.

### Diagnóstico y análisis de riesgo

En el marco de la CTMFM y sobre la base de lo discutido en las Jornadas Técnicas “Avances metodológicos para las tareas futuras de los grupos de trabajo de la CTMFM”, realizadas entre el 22 y 24 de octubre de 2018 en la ciudad de Mar del Plata, el diagnóstico de la situación del recurso se realizó considerando como puntos biológicos de referencia objetivo (PBRO) a la biomasa del rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$ ) y a la tasa de mortalidad por pesca del rendimiento máximo sostenible ( $F_{RMS}$ ). Además, se consideraron como puntos biológicos de referencia limite (PBRL) al 50% de  $B_{RMS}$  y al 150%  $F_{RMS}$ . El nivel de riesgo tolerado para la probabilidad de superar los PBRO fue de 0,5 mientras que para los PBRL fue de 0,1.

Con el fin de realizar un diagnóstico del estado actual del recurso (año 2019) se realizó un diagrama de Kobe, cuya zonificación estuvo determinada por los PBRO y PBRL, y por una zona buffer de precaución delimitada por el PBRO y el 110% del PBRO. Una vez establecida la zonificación, se estimó la probabilidad de que la situación actual se ubicara en cada una de las zonas resultantes.

Se realizaron proyecciones de la biomasa mediante los supuestos de: a) captura constante y b) tasa de mortalidad por pesca ( $F$ ) constante. Debido a que la edad máxima observada en la pescadilla que se distribuyen en el área del Tratado fue de 14 años (Lorenzo 2009), las proyecciones se realizaron por un periodo de 15 años (edad máxima + 1). Para las proyecciones a captura constante se evaluaron diferentes niveles de captura, en cada uno se supuso como captura para el periodo 2019-2034, entre 10.000 y 25.000 toneladas con un incremento de 1.000 t. Para las proyecciones a  $F$  constante se evaluaron distintos niveles de  $F$ , en cada uno se supuso como  $F$  para el periodo 2019-2034, entre el 0,08 y 0,25 de la tasa de mortalidad por pesca. Finalmente, para cada nivel de captura y  $F$  se presenta la evolución del riesgo anual y la matriz de Kobe con el fin de evaluar el riesgo de exceder los puntos de referencia propuestos en el corto, mediano y largo plazo.

## Casos analizados

Se consideraron dos sets de ejercicios, en los Casos 1 a 3 la captura total de pescadilla corresponde a la declarada por ambos países en el área del Tratado. Los Casos 4 a 6, a la captura total del área se incorpora la información de aguas jurisdiccionales argentinas. Donde no se contaba información, la estimación de la misma se realizó suponiendo un 30% de incremento a la correspondiente a la del área del Tratado. El índice de abundancia utilizado fue el GLM modelo 4.

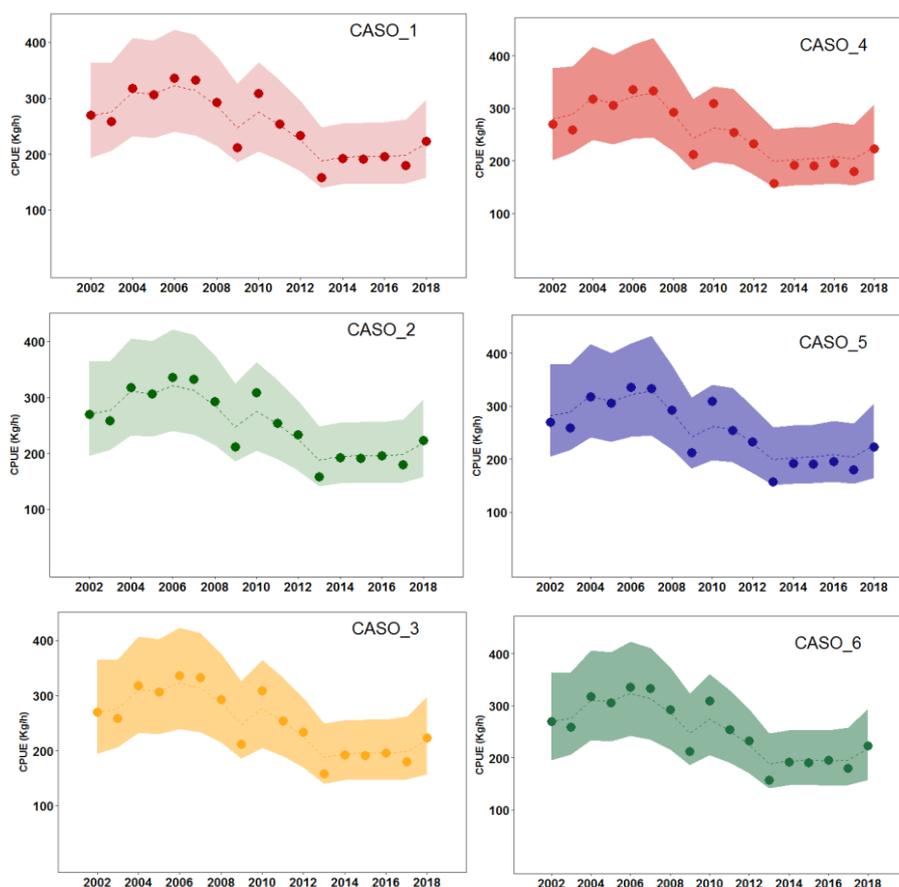
Con el fin de evaluar la sensibilidad se ajustaron tres casos adicionales que incluyen diferentes valores para la relación biomasa inicial (1993/1992) vs.  $K$  (**Tabla 7**).

**Tabla 7.** Modelos ajustados para estimar la biomasa de pescadilla de calada en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo.

Caso	Captura	
1	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo 1993-2018	base
2	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo 1993-2018	$B_{1993}$ 80% $K$
3	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo 1993-2018	$B_{1993}$ 60% $K$
4	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo incluidas aguas jurisdiccionales argentinas. 1992-2018	base
5	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo incluidas aguas jurisdiccionales argentinas. 1992-2018	$B_{1992}$ 80% $K$
6	Área del tratado del río del Plata y su frente marítimo incluidas aguas jurisdiccionales argentinas. 1992-2018	$B_{1992}$ 60% $K$

## 4.2 Estado y diagnóstico

Los resultados de las simulaciones MCMC mostraron que cada uno de los modelos aplicados ajustó bien a los datos de CPUE (**Figura 19**).



**Figura 19.** Ajuste del modelo de Schaefer por inferencia bayesiana a los datos de CPUE de pescadilla durante el período 2002-2018.

En el *Anexo iii* se presenta las distribuciones a posteriori de los parámetros K, r, q, tau y sigma para los casos analizados. Los histogramas, aunque no es específicamente un diagrama de convergencia, proporcionaron un estimado sobre la distribución de los valores y la forma de la distribución posterior. La convergencia de las dos cadenas para los distintos parámetros mostró un solapamiento definido para cada uno de los casos analizados, los autocorrelaciones disminuyeron a medida que incrementaron las iteraciones. Con base en la idea de superposición de densidades se observan las densidades superpuestas que comparan la última parte de la cadena (por defecto, el último 10 por ciento de los valores, en verde) con toda la cadena (negro). Las partes inicial y final de la cadena tienen que ser muestreo en la misma distribución de objetivo, por lo que las densidades solapadas son similares.

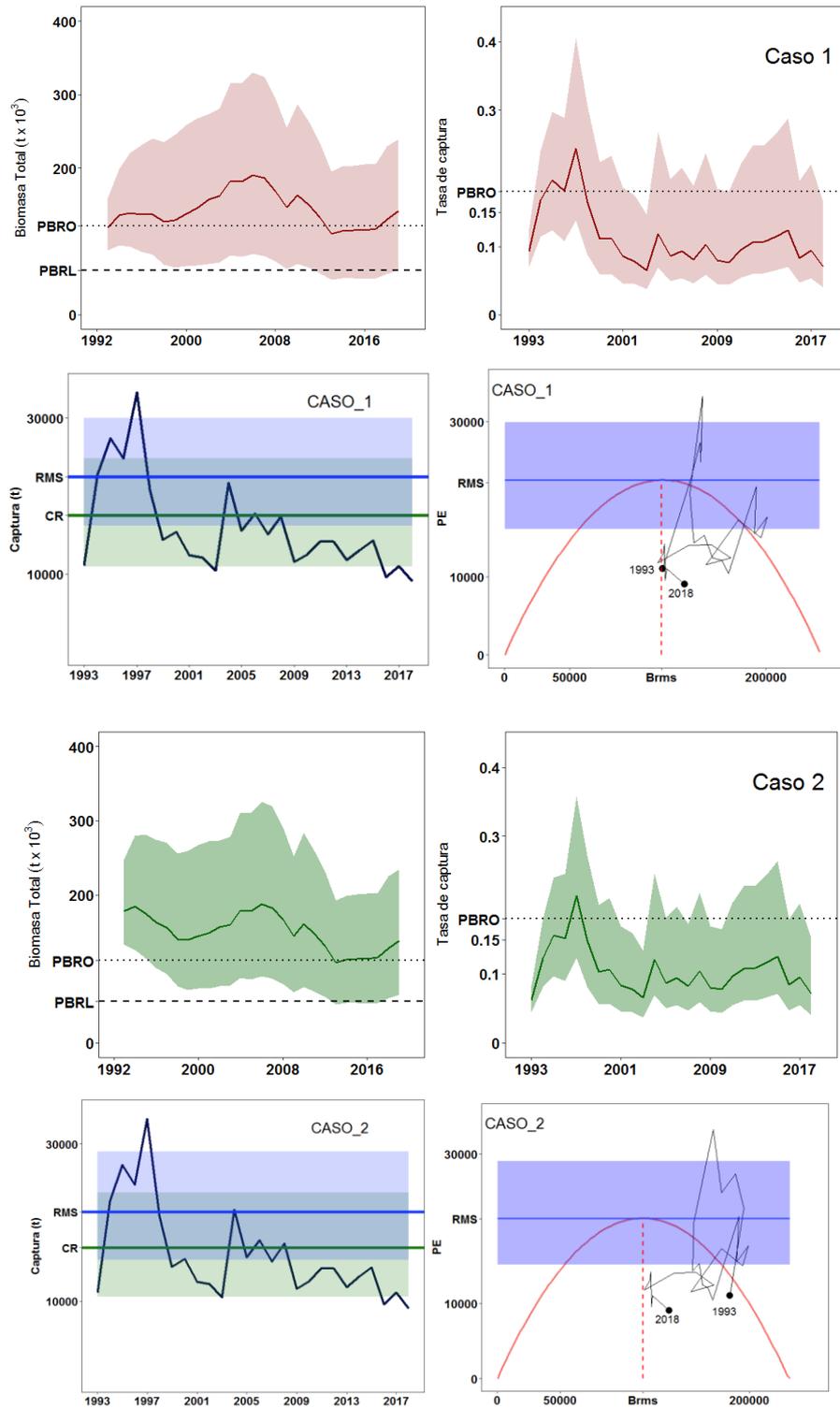
Los valores medios esperados de K oscilaron entre 230.900 y 243.200 t, según el Caso considerado con máximo en el intervalo de probabilidad en la estimación IP<sub>95%</sub> entre 161.500 – 338.200 t. Los valores de r se estimaron entre 0,37 y 0,38 con un intervalo entre 0,31 y 0,44 según el Caso (**Tabla 8**). Las estimaciones de biomasa en 2019 se encontraron entre las 141.900 y 148.000 t, mientras que la tasa de explotación para 2018 entre 0,08 y 0,09 (**Tabla 9 y Figura 20**). Los resultados del ajuste del modelo indicaron que la población de pescadilla, a principios de 2019 se encontraría reducida entre un 59 y 61 % de la condición virginal. En la **Figura 20** se presenta la tendencia de la captura total (para los Casos 1 a 3: captura total en el área del Tratado y Casos 4 a 6 incluyendo aguas jurisdiccionales argentinas) así como la CR y RMS estimadas por cada modelo. Se observó que los niveles actuales de captura; 9.055 t en 2018 y la estimada con aguas jurisdiccionales argentinas (11.323 t) se encuentran por debajo de la CR estimada para 2019. Por otro lado, para cada uno de los modelos aplicados, los valores de biomasa total en el año 2018 fueron mayores que los correspondientes a los valores de la biomasa óptima (**Figura 20**).

**Tabla 8.** Estimados de los parámetros del modelo de Schaefer mediante enfoque Bayesiano: K capacidad de carga, r tasa intrínseca de crecimiento; q coeficiente de capturabilidad, sigma<sup>2</sup>: varianza del error del modelo, tau<sup>2</sup>: varianza de la CPUE.

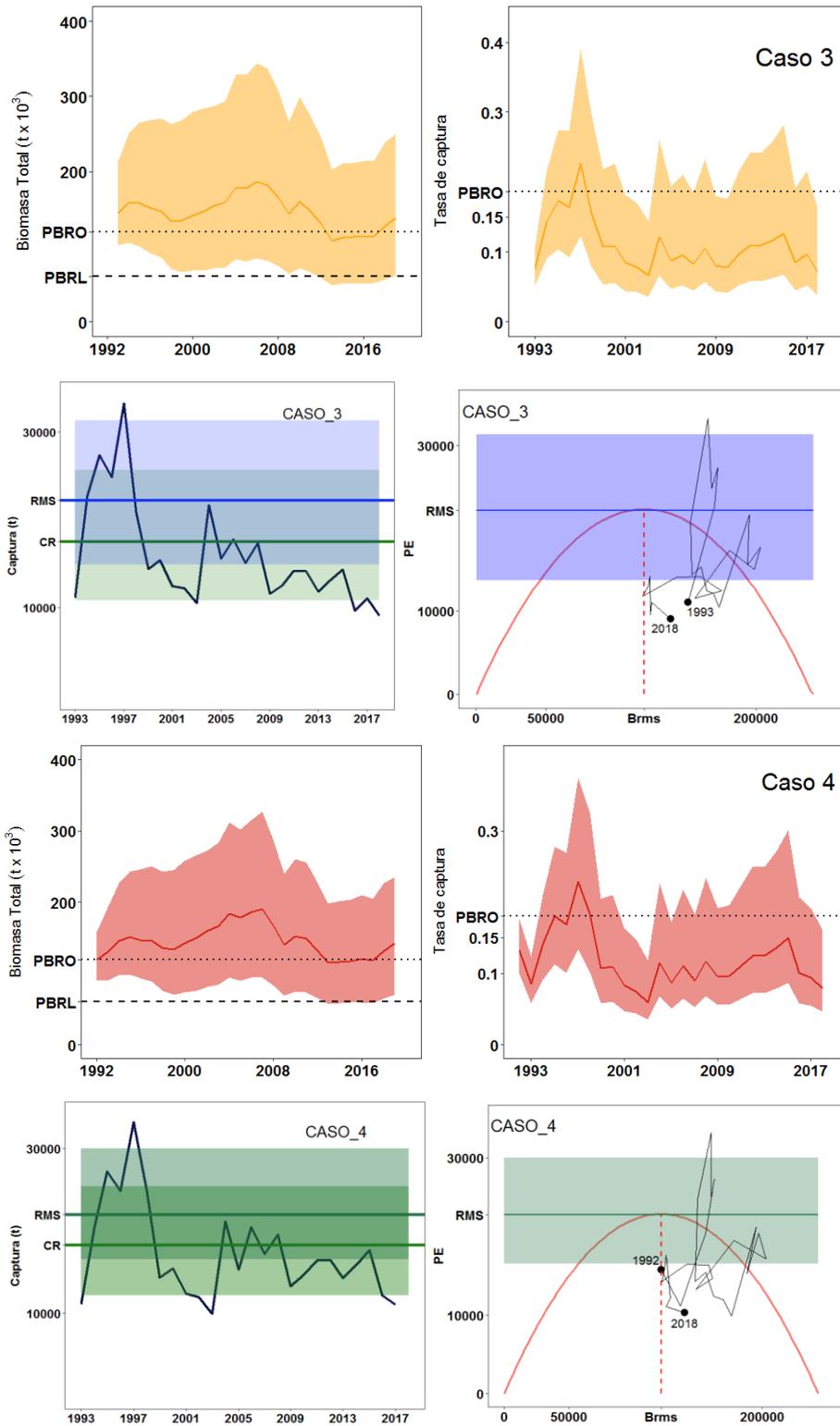
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
<b>r</b>						
Media	0,3720	0,3711	0,3724	0,376	0,3718	0,375
Mediana	0,3700	0,3693	0,3705	0,3738	0,3692	0,373
2,5%	0,3372	0,3099	0,3094	0,3151	0,311	0,313
97,5%	0,4046	0,4362	0,4392	0,4413	0,4378	0,441
<b>K</b>						
Media	242.000	230.900	239.900	243.200	235.200	237.400
Mediana	237.100	222.900	229.900	238.500	227.900	231.300
2,5%	200.900	167.100	161.500	178.300	171.000	172.900
97,5%	280.700	310.000	338.200	317.600	313.100	314.300
<b>q</b>						
Media	0,002068	0,00197	0,002054	0,001989	0,001999	1,98E-03
Mediana	0,001669	0,001663	0,001706	0,001712	0,001749	0,001702
2,5%	1,22E-03	1,18E-03	9,39E-04	0,001023	0,001019	9,92E-04
97,5%	0,002532	0,002447	0,003751	0,003401	0,003346	0,003406
<b>sigma</b>						
Media	0,05058	0,04884	0,05039	0,04723	0,04571	0,04700
Mediana	0,04427	0,04284	0,04392	0,04122	0,04006	0,04109
2,5%	0,03266	0,03146	0,02474	0,02339	0,02261	0,02324
97,5%	0,06107	0,05921	0,08338	0,07778	0,07537	0,07744
<b>tau</b>						
Media	0,04194	0,04185	0,04197	0,04079	0,04059	0,04115
Mediana	0,03634	0,03638	0,03641	0,03549	0,03532	0,03576
2,5%	0,02672	0,02682	0,02065	0,02026	0,02024	0,02043
97,5%	0,05055	0,05036	0,06928	0,06699	0,06675	0,06775

**Tabla 9.** Parámetros de diagnóstico: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS),  $CR_{2019}$ : Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2019 sea igual a la de 2018, biomasa correspondiente al RMS ( $B_{RMS}$ ),  $B_{2019}$ , biomasa estimada a 2019,  $B_{2019}/B_{RMS}$ : proporción de la biomasa en 2019 respecto de la biomasa RMS,  $B_{2019}/K$ : proporción de la Biomasa actual en función de K,  $F_{RMS}$  tasa de explotación para el RMS.

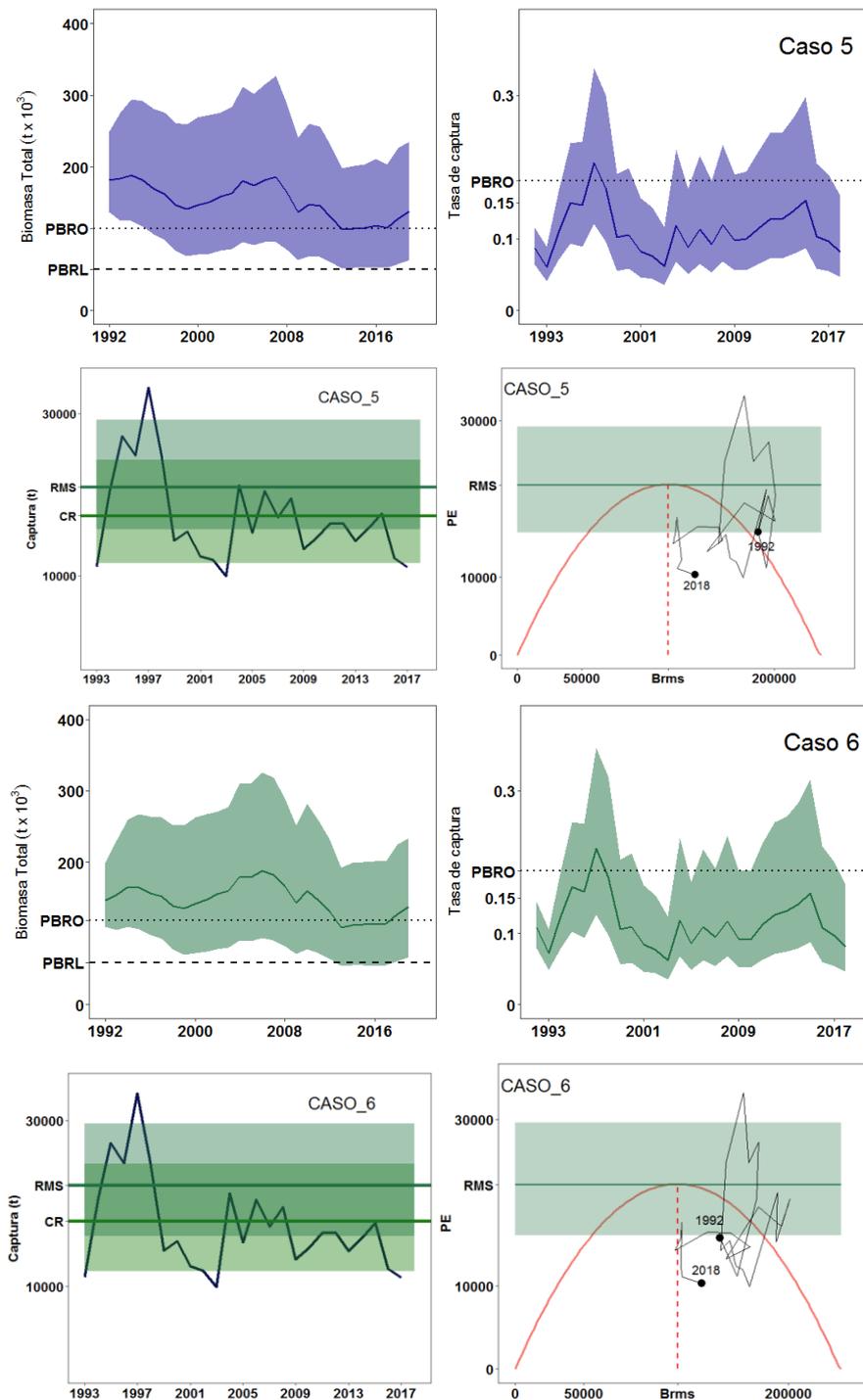
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6
<b>RMS</b>						
Media	22.430	21.350	22.200	22.760	21.780	22.160
Mediana	21.620	20.390	21.080	22.020	20.930	21.310
2,5%	18.370	15.220	14.870	16.540	15.690	16.070
97,5%	25.870	29.070	31.320	30.020	29.280	29.630
<b><math>CR_{2019}</math></b>						
Media	17.550	16.810	17.530	18.370	17.470	17.900
Mediana	17.560	16.700	17.090	18.290	17.370	17.780
2,5%	14.230	10.505	10.770	12.120	11.500	11.840
97,5%	21.180	23.850	25.640	25.400	24.320	24.770
<b><math>B_{1993/1992}</math></b>						
Media	121.000	184.200	151.400	121.600	187.700	149.900
Mediana	118.600	177.800	145.100	119.300	181.800	146.000
2,5%	100.400	133.300	101.900	89.130	136.400	109.200
97,5%	140.300	247.300	213.500	158.800	249.700	198.400
<b><math>B_{2019}</math></b>						
Media	146.300	144.500	148.000	148.000	145.700	144.200
Mediana	141.200	137.600	137.900	141.700	137.400	136.900
2,5%	93.210	65.300	60.890	69.730	69.910	66.300
97,5%	192.700	234.000	249.900	235.300	234.600	233.200
<b><math>B_{RMS}</math></b>						
Media	121.000	115.500	119.900	121.600	117.600	118.700
Mediana	118.600	111.400	115.000	119.300	113.900	115.600
2,5%	100.400	83.560	80.750	89.130	85.510	86.460
97,5%	140.300	155.000	169.100	158.800	156.500	157.100
<b><math>B_{2019}/B_{RMS}</math></b>						
Media	1,182	1,223	1,2	1,195	1,212	1,188
Mediana	1,226	1,257	1,231	1,221	1,232	1,214
2,5%	0,580	0,6793	0,6448	0,6668	0,7036	0,657
97,5%	1,688	1,695	1,683	1,665	1,677	1,662
<b><math>B_{2019}/K</math></b>						
Media	0,5911	0,6113	0,5998	0,5975	0,6062	0,594
Mediana	0,6132	0,6283	0,6153	0,6103	0,6162	0,6068
2,5%	0,4435	0,3397	0,3224	0,3334	0,3518	0,3285
97,5%	0,7438	0,8475	0,8414	0,8326	0,8383	0,8309
<b><math>F_{2018}</math></b>						
Media	0,08785	0,08547	0,08744	0,09274	0,09348	0,09615
Mediana	0,06969	0,07095	0,07118	0,07854	0,08055	0,08116
2,5%	0,05005	0,04028	0,03797	0,04563	0,04559	0,04601
97,5%	0,1072	0,1513	0,1618	0,1609	0,1593	0,1682
<b><math>F_{RMS}</math></b>						
Media	0,186	0,1856	0,1862	0,188	0,1859	0,1875
Mediana	0,185	0,1846	0,1852	0,1869	0,1846	0,1865
2,5%	0,1686	0,155	0,1547	0,1576	0,1555	0,1567
97,5%	0,2023	0,2181	0,2196	0,2207	0,2189	0,2204



**Figura 20.** Tendencia de la biomasa total y tasa de captura. La línea horizontal indica el Punto Biológico de Referencia Objetivo (PBRO) y Punto Biológico de Referencia Limite (PBRL). Tendencia de la captura (toneladas). Las bandas indican el intervalo de probabilidad del 95% de la Captura de Reemplazo (CR) y el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Curvas de producción excedente y trayectorias de captura estimadas como una función de biomasa para el modelo de Schaefer durante el periodo 1993-2018. Las estimaciones de RMS se ilustran con intervalos de confianza del 95% (zonas sombreada).



**Figura 20. Continuación.** Tendencia de la biomasa total y tasa de captura. La línea horizontal indica el Punto Biológico de Referencia Objetivo (PBRO) y Punto Biológico de Referencia Limite (PBRL). Tendencia de la captura (toneladas). Las bandas indican el intervalo de probabilidad del 95% de la Captura de Reemplazo (CR) y el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Curvas de producción excedente y trayectorias de captura estimadas como una función de biomasa para el modelo de Schaefer durante el periodo 1993-2018. Las estimaciones de RMS se ilustran con intervalos de confianza del 95% (zonas sombreada).



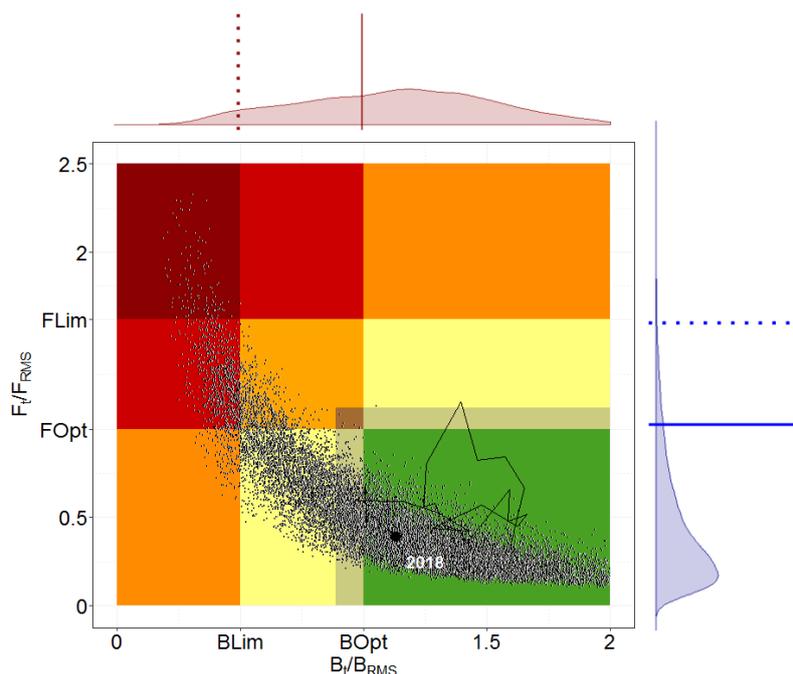
**Figura 20. Continuación.** Tendencia de la biomasa total y tasa de captura. La línea horizontal indica el Punto Biológico de Referencia Objetivo (PBRO) y Punto Biológico de Referencia Límite (PBRL). Tendencia de la captura (toneladas). Las bandas indican el intervalo de probabilidad del 95% de la Captura de Reemplazo (CR) y el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS). Curvas de producción excedente y trayectorias de captura estimadas como una función de biomasa para el modelo de Schaefer durante el periodo 1993-2018. Las estimaciones de RMS se ilustran con intervalos de confianza del 95% (zonas sombreada).

Si bien se observó que los ajustes de los diferentes casos presentan una calidad de ajuste similar, el análisis del Criterio de Información de la Devianza (DIC) indica que los menores valores corresponden al caso 2 y 5 y por lo tanto es el que presenta mejor ajuste (**Tabla 10**).

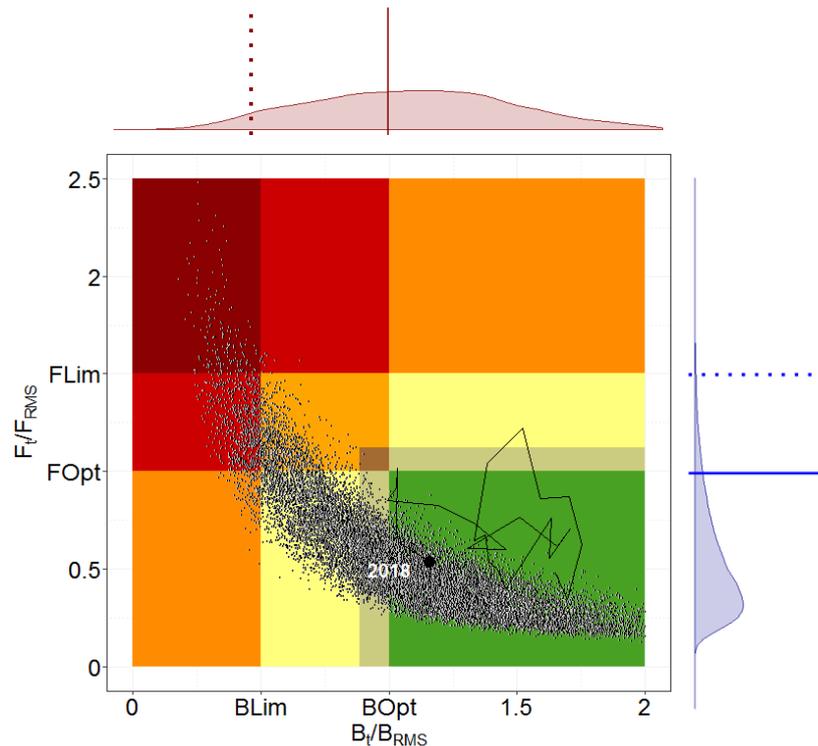
**Tabla 10.** Criterio de Información de la Devianza (DIC) y número efectivo de parámetros de los Casos ajustados para estimar la biomasa de pescadilla de calada en el área del Tratado.

Caso	pD	Dbar	Dhat	DIC
1	10,55	175,0	164,4	185,5
2	10,42	174,9	164,5	185,3
3	10,58	175,2	164,8	185,8
4	10,40	175,3	164,9	185,7
5	10,29	175,2	164,9	185,5
6	10,42	175,5	165,0	185,9

El estado actual del recuerdo con respecto a  $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ , sobre la base de los resultados de la estimación de biomasa total a partir del índice de abundancia de la flota uruguaya en el Caso 2, indicó que, en 2018, la población se encontraría en bajos niveles de mortalidad por pesca ( $F < F_{RMS}$ ) y mayor biomasa con relación al  $B_{RMS}$  (**Figura 21**). Esto indicó una probabilidad del 67% de encontrarse en niveles de biomasa mayores a la biomasa óptima ( $B_{RMS}$ , PBRO) y 27% de encontrarse entre la  $B_{RMS}$  y la biomasa límite ( $50\%B_{RMS}$ , PBRL), por debajo del  $F_{RMS}$ . Situación similar se observó para el Caso 5, donde la población en 2018 estimó que el stock no está sobrepecado y no está experimentando sobrepesca (**Figura 22**). La probabilidad de encontrarse en niveles de biomasa mayor que la  $B_{RMS}$  del 60% y 32% entre la biomasa óptima ( $B_{RMS}$ , PBRO) y la biomasa límite ( $50\%B_{RMS}$ , PBRL).



**Figura 21.** Diagrama de Kobe. Tendencia y el estado actual de la población de pescadilla. Biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Caso 2.



**Figura 22.** Diagrama de Kobe. Tendencia y el estado actual de la población de pescadilla. Biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Caso 5.

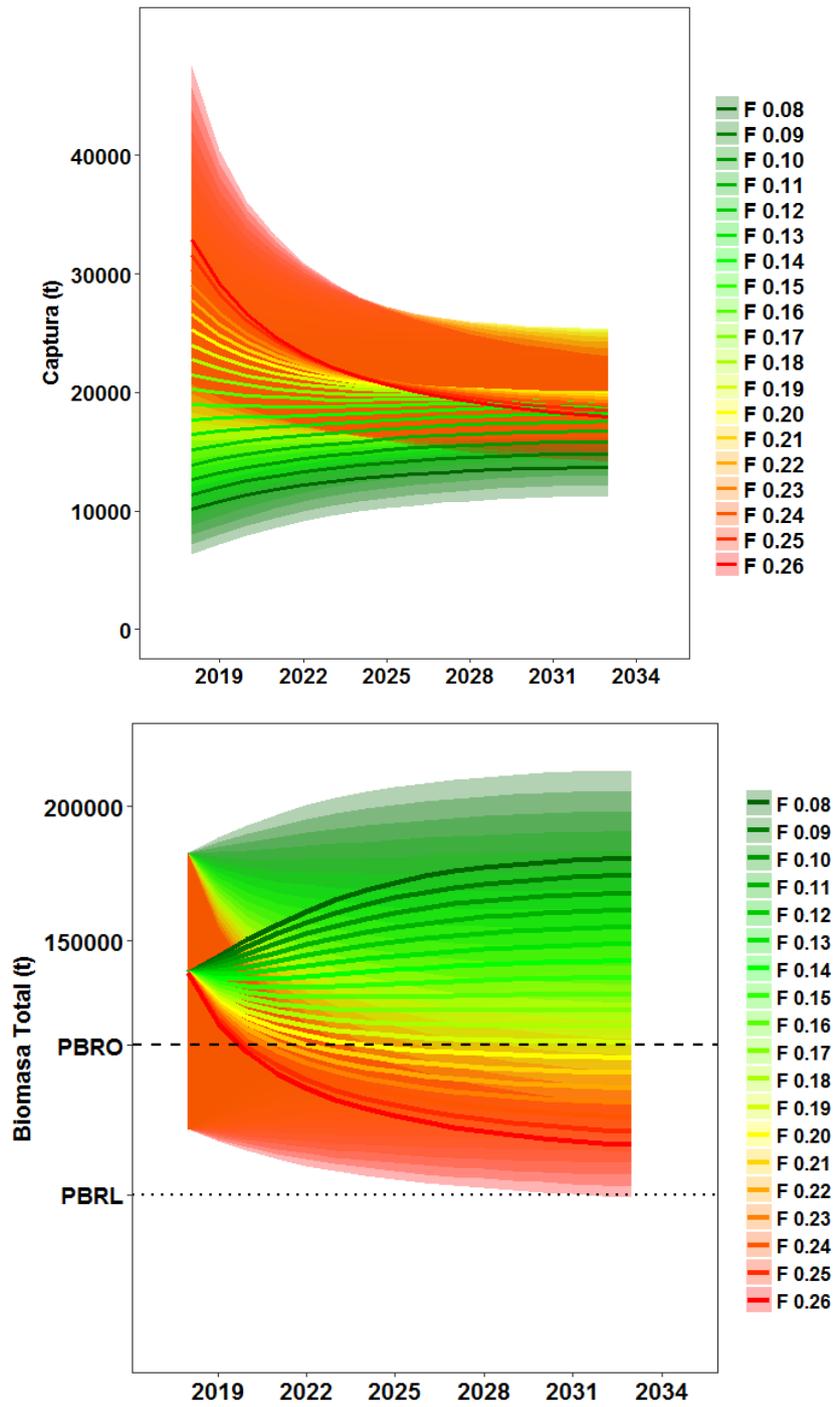
### 4.3. Proyecciones de biomasa

#### 4.3.1 Proyecciones de biomasa para el Caso 2 (ejercicio con captura total de la especie en el área del Tratado y su frente marítimo, sin incluir aguas jurisdiccionales argentinas)

Las proyecciones realizadas con distintas tasas de mortalidad por pesca indican que niveles de  $F$  menores o iguales al  $F_{RMS}$  (0,18) permiten que la biomasa alcance su nivel óptimo en el largo plazo (**Figura 23**, **Tabla 11**), dicho nivel de captura es el que determina un riesgo de 0,5 de superar el PBRO asociado a la biomasa en el largo plazo (**Tabla 12**). Las capturas asociadas al  $F_{RMS}$  (0,18) oscilaron entre 21.998 a 19.944 t en el periodo proyectado. Los niveles de captura asociados a los distintos niveles de  $F$  se detallan en las **Figuras 23 y 24**. La captura en 2019 asociada al riesgo del 10% de caer por debajo del PBRL correspondió a 26.646 toneladas (**Tabla 13**).

Los valores de la biomasa total de la población proyectada a 15 años con niveles de captura constante se presentan en la **Figura 25 y 26** y **Tabla 14**. Los resultados indican que manteniendo captura constante menores o igual a 23.000 t, la biomasa media se mantiene por encima del PBRO. Valores menores a 23.000 t permiten la recuperación a largo plazo de la biomasa. Los riesgos asociados a los distintos niveles de captura constante considerados para la proyección se presentan en la **Tabla 15**.

En el diagrama de Kobe se plantearon diferentes escenarios manteniendo la captura constante a largo plazo de 10.000 t a 24.000 t a incrementos de 2.000 t. Estos valores incluyen los valores de captura de CTP para 2018 (17.000 t), CTP mas reserva administrativa (17.000 t + 2.000 t), RMS (21.350 t) y CR (16.810 t). En las **Figura 27** se muestran las trayectorias estimadas de las biomazas y las tasas de captura con respecto al RMS. Con capturas constante hasta 22.000 t, todos los casos presentaron trayectorias similares de mortalidad por pesca decreciente y biomasa creciente, estimando una recuperación hacia la zona verde del diagrama de Kobe ( $F < F_{RMS}$  y  $B > B_{RMS}$ ) hacia el año 2033. Asimismo, se presenta la probabilidad asociada a cada cuadrante del diagrama de Kobe para las diferentes capturas proyectadas.



**Figura 23.** Proyecciones de la biomasa total de pescadilla y tendencia de la captura realizada a tasa de explotación constante (entre 0,10 y 0,26). Caso 2.

**Tabla 11.** Valores biomasa proyectada para pescadilla obtenidos del modelo global considerando la tasa de explotación (F de 0,10 y 0,26 con intervalos de 0,01). Caso 2.

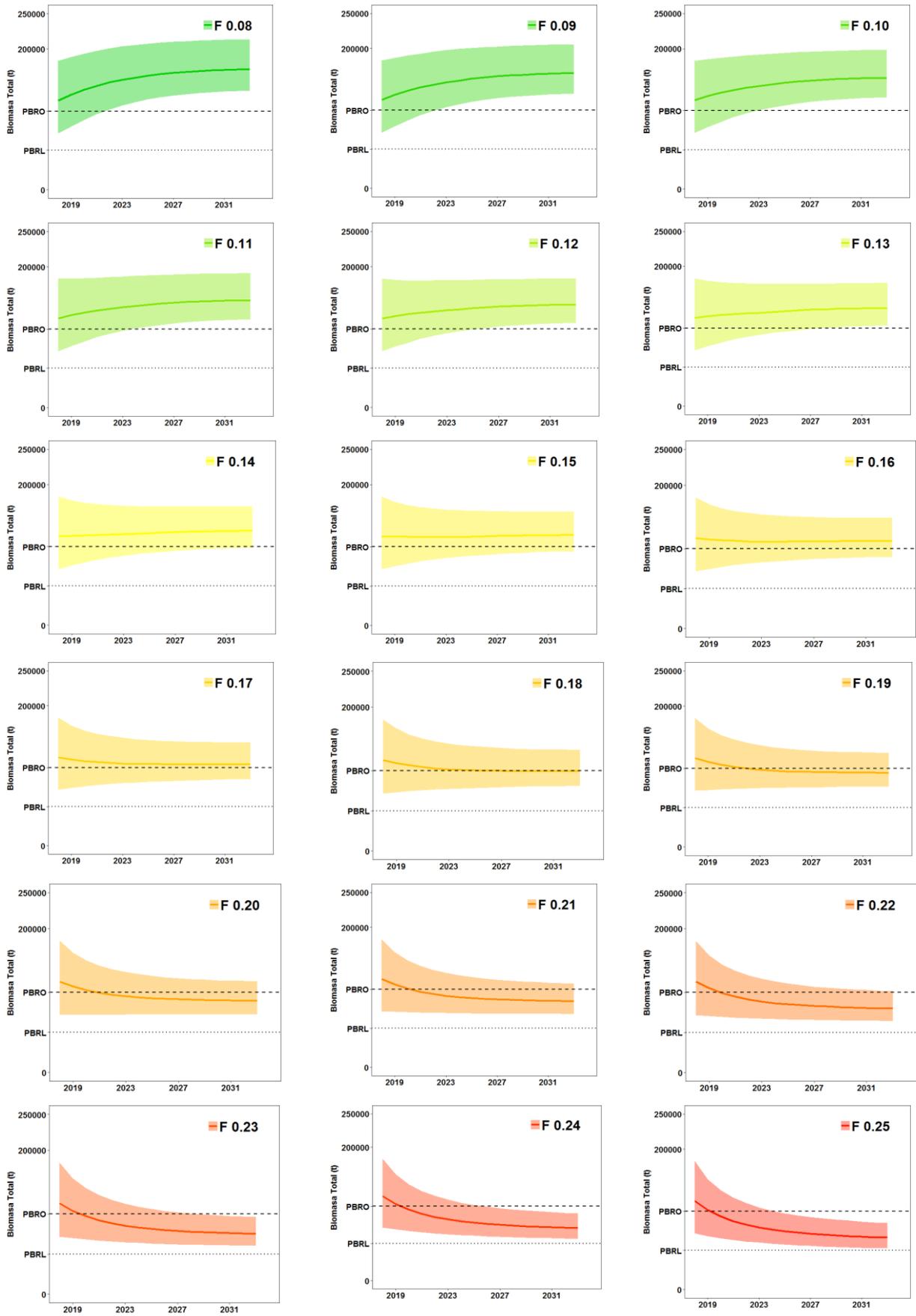
<b>Biomasa</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	134.795	141.768	147.366	152.179	155.867	159.011	162.004	164.245	165.786	167.219	168.423	169.301	170.060	170.637	171.044
0,09	133.565	139.414	144.110	148.156	151.202	154.019	156.595	158.587	160.147	161.347	162.348	163.131	163.900	164.364	164.699
0,10	132.326	137.054	140.921	144.151	146.638	149.135	151.374	153.205	154.564	155.496	156.460	157.114	157.750	158.110	158.500
0,11	131.071	134.728	137.719	140.325	142.266	144.136	146.128	147.730	148.877	149.769	150.588	151.195	151.683	152.092	152.389
0,12	129.802	132.447	134.615	136.476	137.868	139.434	140.900	142.201	143.404	144.095	144.770	145.288	145.730	146.038	146.250
0,13	128.545	130.181	131.500	132.659	133.519	134.558	135.845	136.894	137.834	138.399	139.029	139.446	139.783	140.095	140.286
0,14	127.310	127.912	128.415	128.983	129.304	130.086	130.894	131.656	132.320	132.836	133.207	133.613	133.908	134.152	134.326
0,15	126.004	125.651	125.377	125.291	125.188	125.584	125.952	126.532	126.826	127.183	127.534	127.743	127.901	128.105	128.295
0,16	124.729	123.405	122.420	121.775	121.142	121.156	121.254	121.516	121.585	121.746	121.948	122.058	122.140	122.253	122.301
0,17	123.485	121.176	119.478	118.239	117.233	116.783	116.555	116.511	116.429	116.424	116.338	116.305	116.331	116.379	116.500
0,18	122.210	118.962	116.518	114.710	113.393	112.570	111.961	111.656	111.362	111.178	110.976	110.834	110.745	110.756	110.798
0,19	120.939	116.715	113.701	111.361	109.593	108.370	107.433	106.919	106.530	106.174	105.823	105.607	105.391	105.246	105.125
0,20	119.694	114.598	110.896	108.020	105.864	104.229	103.146	102.340	101.740	101.190	100.827	100.405	100.091	99.809	99.679
0,21	118.378	112.486	108.088	104.737	102.227	100.317	99.008	97.936	97.106	96.411	95.820	95.321	94.855	94.549	94.199
0,22	117.129	110.406	105.354	101.516	98.581	96.416	94.885	93.532	92.499	91.734	90.856	90.229	89.681	89.362	88.951
0,23	115.854	108.298	102.690	98.426	95.128	92.615	90.862	89.336	88.023	86.009	86.092	85.384	84.732	84.273	83.856
0,24	114.594	106.241	100.055	95.358	91.744	89.079	86.898	85.127	83.680	82.498	81.522	80.660	79.862	79.257	78.681
0,25	113.347	104.155	97.451	92.355	88.410	85.510	83.056	81.092	79.418	78.175	77.075	76.011	75.094	74.414	73.860
0,26	112.112	102.086	94.909	89.431	85.131	81.981	79.339	77.134	75.365	73.936	72.602	71.552	70.507	69.738	69.051

**Tabla 12.** Riesgo asociado al PBRO considerando las proyecciones de biomasa en diferentes escenarios de aumento de la tasa de explotación del 0,10 al 0,26. Caso 2.

<b>PBRO</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	0,63	0,67	0,72	0,77	0,81	0,84	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96
0,09	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94
0,10	0,61	0,65	0,69	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91
0,11	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,87	0,88
0,12	0,60	0,63	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,81	0,82	0,83	0,83
0,13	0,60	0,62	0,63	0,66	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77	0,78	0,79
0,14	0,59	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,73	0,73
0,15	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,67	0,68
0,16	0,58	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62
0,17	0,57	0,57	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56
0,18	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,50	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
0,19	0,55	0,54	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43
0,20	0,55	0,52	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37
0,21	0,54	0,51	0,47	0,44	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,32	0,32
0,22	0,53	0,49	0,45	0,42	0,39	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,27
0,23	0,53	0,47	0,43	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22
0,24	0,52	0,46	0,41	0,36	0,32	0,29	0,27	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
0,25	0,51	0,44	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
0,26	0,50	0,43	0,36	0,30	0,26	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10

<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	10.784	11.341	11.789	12.174	12.469	12.721	12.960	13.140	13.263	13.377	13.474	13.544	13.605	13.651	13.684
0,09	12.021	12.547	12.970	13.334	13.608	13.862	14.094	14.273	14.413	14.521	14.611	14.682	14.751	14.793	14.823
0,10	13.233	13.705	14.092	14.415	14.664	14.913	15.137	15.321	15.456	15.550	15.646	15.711	15.775	15.811	15.850
0,11	14.418	14.820	15.149	15.436	15.649	15.855	16.074	16.250	16.377	16.475	16.565	16.631	16.685	16.730	16.763
0,12	15.576	15.894	16.154	16.377	16.544	16.732	16.908	17.064	17.208	17.291	17.372	17.435	17.488	17.525	17.550
0,13	16.711	16.924	17.095	17.246	17.358	17.493	17.660	17.796	17.918	17.992	18.074	18.128	18.172	18.212	18.237
0,14	17.823	17.908	17.978	18.058	18.103	18.212	18.325	18.432	18.525	18.597	18.649	18.706	18.747	18.781	18.806
0,15	18.901	18.848	18.807	18.794	18.778	18.838	18.893	18.980	19.024	19.077	19.130	19.161	19.185	19.216	19.244
0,16	19.957	19.745	19.587	19.484	19.383	19.385	19.401	19.442	19.454	19.479	19.512	19.529	19.542	19.560	19.568
0,17	20.993	20.600	20.311	20.101	19.930	19.853	19.814	19.807	19.793	19.792	19.777	19.772	19.776	19.784	19.805
0,18	21.998	21.413	20.973	20.648	20.411	20.263	20.153	20.098	20.045	20.012	19.976	19.950	19.934	19.936	19.944
0,19	22.978	22.176	21.603	21.159	20.823	20.590	20.412	20.315	20.241	20.173	20.106	20.065	20.024	19.997	19.974
0,20	23.939	22.920	22.179	21.604	21.173	20.846	20.629	20.468	20.348	20.238	20.165	20.081	20.018	19.962	19.936
0,21	24.859	23.622	22.698	21.995	21.468	21.067	20.792	20.567	20.392	20.246	20.122	20.017	19.920	19.855	19.782
0,22	25.768	24.289	23.178	22.334	21.688	21.212	20.875	20.577	20.350	20.181	19.988	19.850	19.730	19.660	19.569
0,23	26.646	24.908	23.619	22.638	21.880	21.301	20.898	20.547	20.245	20.012	19.801	19.638	19.488	19.383	19.287
0,24	27.503	25.498	24.013	22.886	22.019	21.379	20.856	20.430	20.083	19.800	19.565	19.358	19.167	19.022	18.883
0,25	28.337	26.039	24.363	23.089	22.102	21.378	20.764	20.273	19.854	19.544	19.269	19.003	18.773	18.603	18.465
0,26	29.149	26.542	24.676	23.252	22.134	21.315	20.628	20.055	19.595	19.223	18.876	18.603	18.332	18.132	17.953

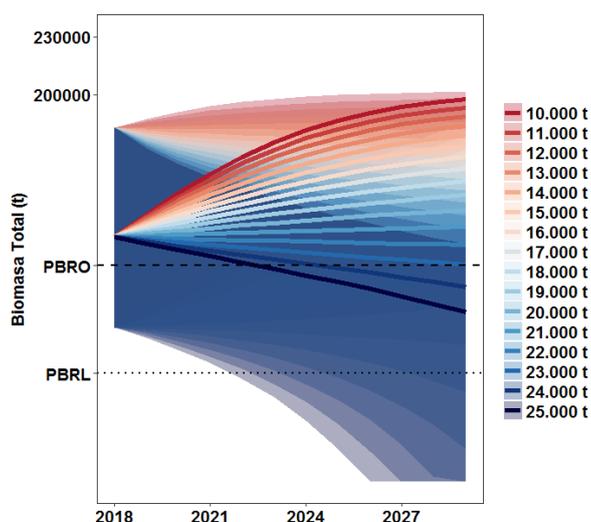


**Figura 24.** Proyecciones de la biomasa total de pescadilla a distintos niveles de mortalidad por pesca (entre 0,10 y 0,26). Caso 2.

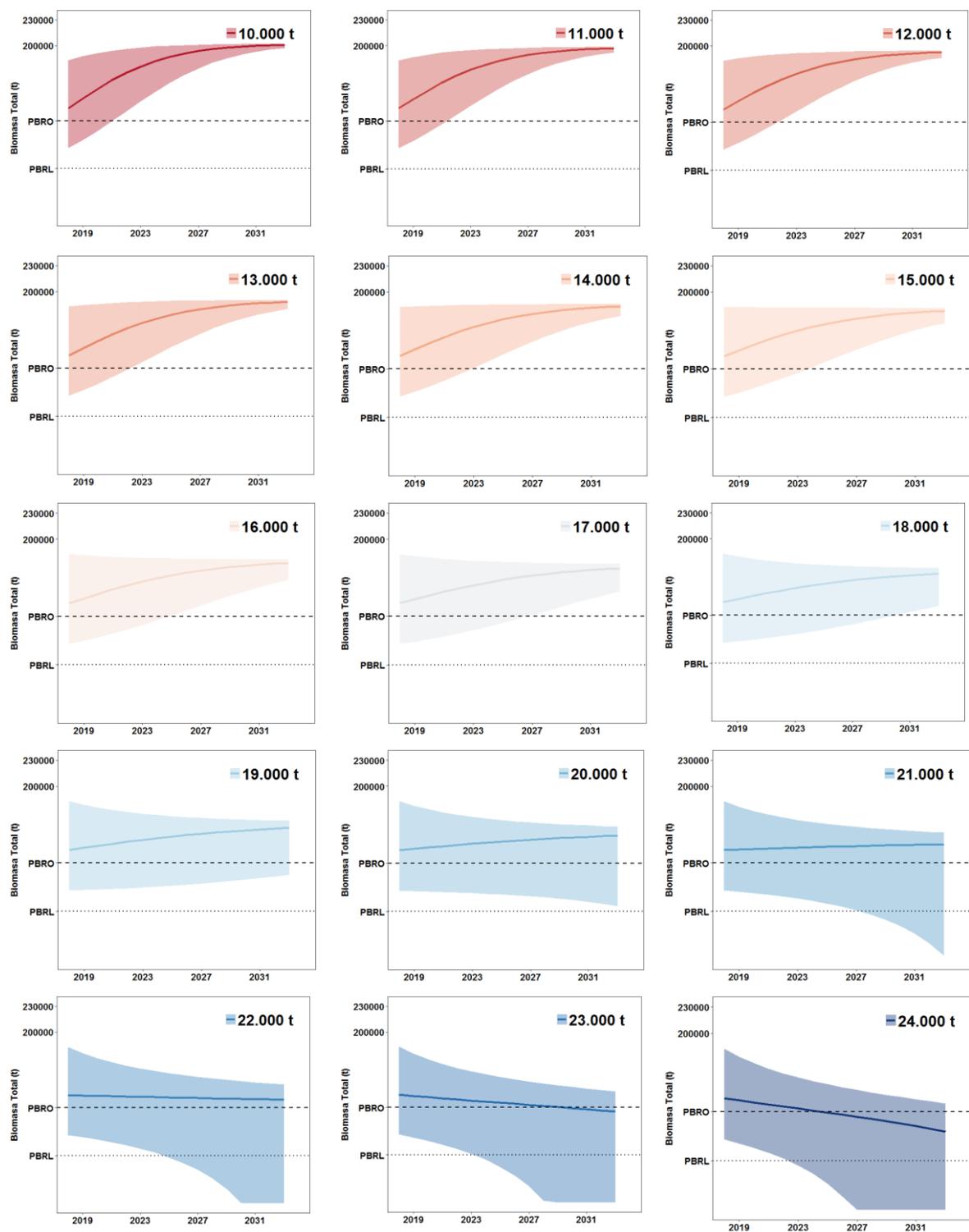
**Tabla 13.** Riesgo asociado al PBRL considerando las proyecciones de biomasa en diferentes escenarios de aumento de la tasa de explotación del 0,10 al 0,26. Caso 2.

<b>PBRL</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	0,06	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,09	0,07	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,10	0,07	0,04	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,11	0,07	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,12	0,07	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,13	0,08	0,05	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,14	0,08	0,05	0,03	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,08	0,05	0,03	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,17	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
0,18	0,09	0,07	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0
0,19	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,20	0,09	0,10	0,08	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,21	0,09	0,09	0,08	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
0,22	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,23	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10
0,24	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14
0,25	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20
0,26	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28

<b>Captura</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	10.784	11.341	11.789	12.174	12.469	12.721	12.960	13.140	13.263	13.377	13.474	13.544	13.605	13.651	13.684
0,09	12.021	12.547	12.970	13.334	13.608	13.862	14.094	14.273	14.413	14.521	14.611	14.682	14.751	14.793	14.823
0,10	13.233	13.705	14.092	14.415	14.664	14.913	15.137	15.321	15.456	15.550	15.646	15.711	15.775	15.811	15.850
0,11	14.418	14.820	15.149	15.436	15.649	15.855	16.074	16.250	16.377	16.475	16.565	16.631	16.685	16.730	16.763
0,12	15.576	15.894	16.154	16.377	16.544	16.732	16.908	17.064	17.208	17.291	17.372	17.435	17.488	17.525	17.550
0,13	16.711	16.924	17.095	17.246	17.358	17.493	17.660	17.796	17.918	17.992	18.074	18.128	18.172	18.212	18.237
0,14	17.823	17.908	17.978	18.058	18.103	18.212	18.325	18.432	18.525	18.597	18.649	18.706	18.747	18.781	18.806
0,15	18.901	18.848	18.807	18.794	18.778	18.838	18.893	18.980	19.024	19.077	19.130	19.161	19.185	19.216	19.244
0,16	19.957	19.745	19.587	19.484	19.383	19.385	19.401	19.442	19.454	19.479	19.512	19.529	19.542	19.560	19.568
0,17	20.993	20.600	20.311	20.101	19.930	19.853	19.814	19.807	19.793	19.792	19.777	19.772	19.776	19.784	19.805
0,18	21.998	21.413	20.973	20.648	20.411	20.263	20.153	20.098	20.045	20.012	19.976	19.950	19.934	19.936	19.944
0,19	22.978	22.176	21.603	21.159	20.823	20.590	20.412	20.315	20.241	20.173	20.106	20.065	20.024	19.997	19.974
0,20	23.939	22.920	22.179	21.604	21.173	20.846	20.629	20.468	20.348	20.238	20.165	20.081	20.018	19.962	19.936
0,21	24.859	23.622	22.698	21.995	21.468	21.067	20.792	20.567	20.392	20.246	20.122	20.017	19.920	19.855	19.782
0,22	25.768	24.289	23.178	22.334	21.688	21.212	20.875	20.577	20.350	20.181	19.988	19.850	19.730	19.660	19.569
0,23	26.646	24.908	23.619	22.638	21.880	21.301	20.898	20.547	20.245	20.012	19.801	19.638	19.488	19.383	19.287
0,24	27.503	25.498	24.013	22.886	22.019	21.379	20.856	20.430	20.083	19.800	19.565	19.358	19.167	19.022	18.883
0,25	28.337	26.039	24.363	23.089	22.102	21.378	20.764	20.273	19.854	19.544	19.269	19.003	18.773	18.603	18.465
0,26	29.149	26.542	24.676	23.252	22.134	21.315	20.628	20.055	19.595	19.223	18.876	18.603	18.332	18.132	17.953



**Figura 25.** Proyecciones de biomasa total a 15 años a diferentes tasas de explotación. Se indica el PBRO y PBRL. Caso 2



**Figura 26.** Proyecciones de biomasa total a 15 años a diferentes tasas de explotación. Se indica el PBRO y PBRL. Caso 2.

**Tabla 14.** Biomasa total de pescadilla (t) proyectada a distintos niveles de captura constante. Se indican los valores correspondientes a la mediana. Caso 2.

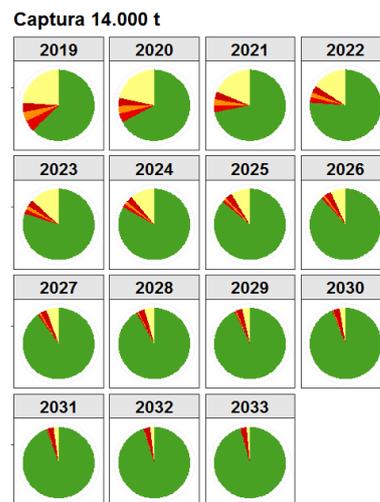
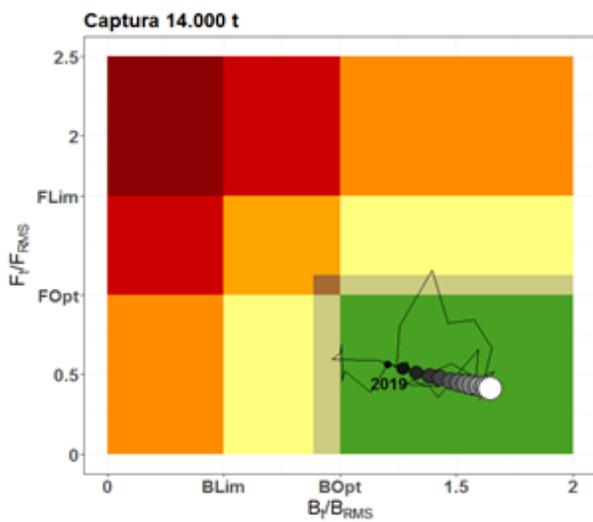
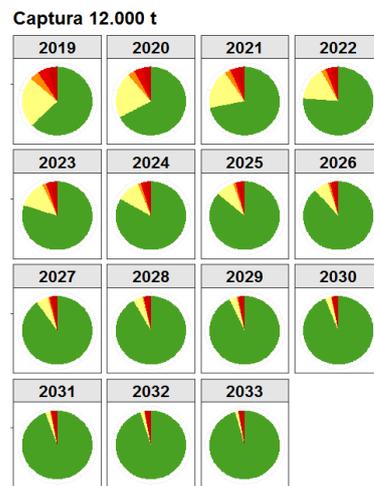
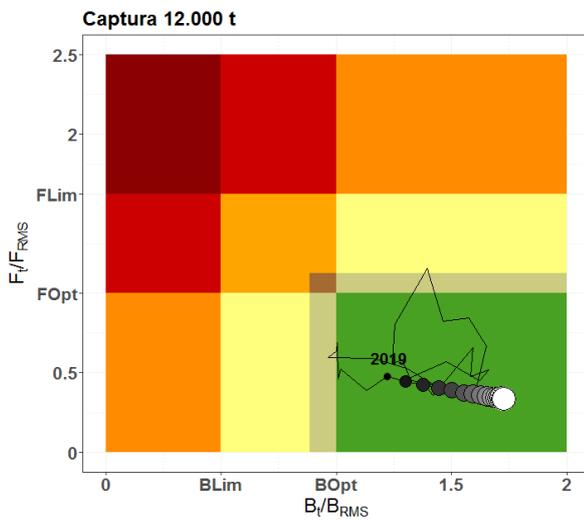
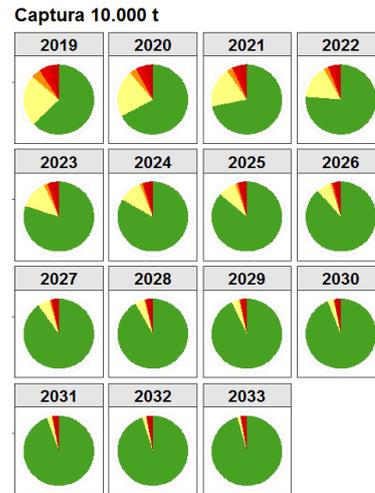
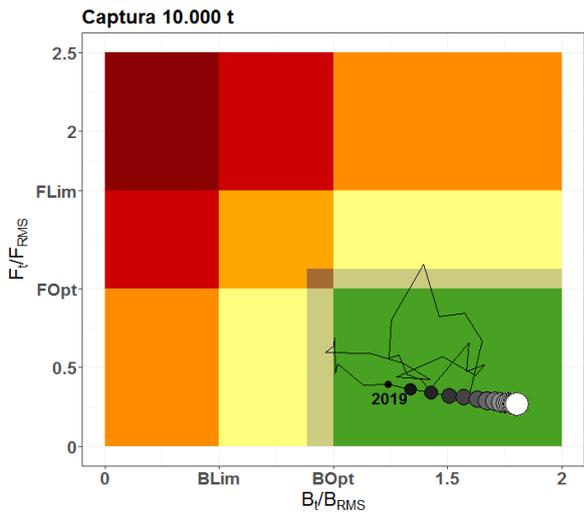
<b>Biomasa</b>															
<b>Captura</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
10.000	138.027	149.027	159.080	167.931	175.455	181.655	186.628	190.528	193.531	195.810	197.520	198.793	199.735	200.427	200.935
11.000	137.027	147.094	156.341	164.552	171.612	177.511	182.318	186.152	189.158	191.481	193.257	194.604	195.617	196.376	196.943
12.000	136.027	145.157	153.587	161.135	167.700	173.262	177.867	181.604	184.588	186.937	188.768	190.181	191.266	192.093	192.723
13.000	135.027	143.218	150.819	157.681	163.719	168.906	173.269	176.872	179.803	182.155	184.024	185.495	186.646	187.542	188.236
14.000	134.027	141.275	148.035	154.190	159.666	164.436	168.514	171.943	174.783	177.109	178.994	180.508	181.718	182.677	183.436
15.000	133.027	139.329	145.236	150.660	155.540	159.851	163.596	166.801	169.509	171.771	173.642	175.178	176.430	177.445	178.265
16.000	132.027	137.380	142.423	147.090	151.338	155.144	158.504	161.432	163.955	166.106	167.925	169.450	170.722	171.776	172.646
17.000	131.027	135.427	139.594	143.482	147.061	150.312	153.229	155.819	158.095	160.078	161.792	163.263	164.518	165.583	166.484
18.000	130.027	133.472	136.750	139.834	142.704	145.349	147.762	149.944	151.901	153.643	155.185	156.540	157.725	158.756	159.651
19.000	129.027	131.513	133.890	136.145	138.268	140.251	142.090	143.785	145.338	146.751	148.032	149.187	150.224	151.151	151.977
20.000	128.027	129.551	131.016	132.416	133.749	135.012	136.203	137.322	138.369	139.345	140.251	141.090	141.865	142.579	143.233
21.000	127.027	127.586	128.126	128.646	129.146	129.627	130.089	130.531	130.953	131.356	131.741	132.108	132.456	132.787	133.101
22.000	126.027	125.618	125.220	124.834	124.458	124.091	123.734	123.385	123.043	122.709	122.382	122.060	121.745	121.434	121.129
23.000	125.027	123.646	122.299	120.979	119.681	118.397	117.124	115.856	114.586	113.312	112.026	110.724	109.400	108.049	106.663
24.000	124.027	121.671	119.362	117.082	114.814	112.540	110.245	107.912	105.523	103.058	100.496	97.812	94.979	91.963	88.723
25.000	123.027	119.693	116.410	113.142	109.854	106.513	103.082	99.521	95.785	91.824	87.573	82.957	77.878	72.211	65.792

**Tabla 15.** Riesgo de sobrepasar los Puntos Biológicos de Referencia Objetivo (PBRO) y Límite (PBRL) para distintos casos de captura constante y periodos de proyección estimados a partir del Caso 2.

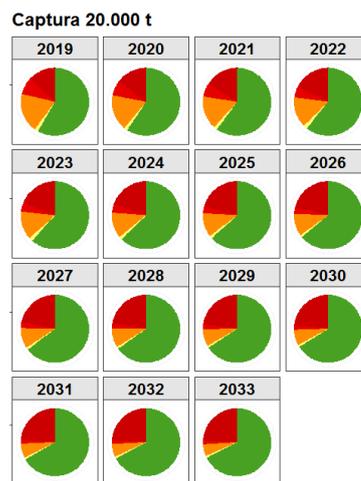
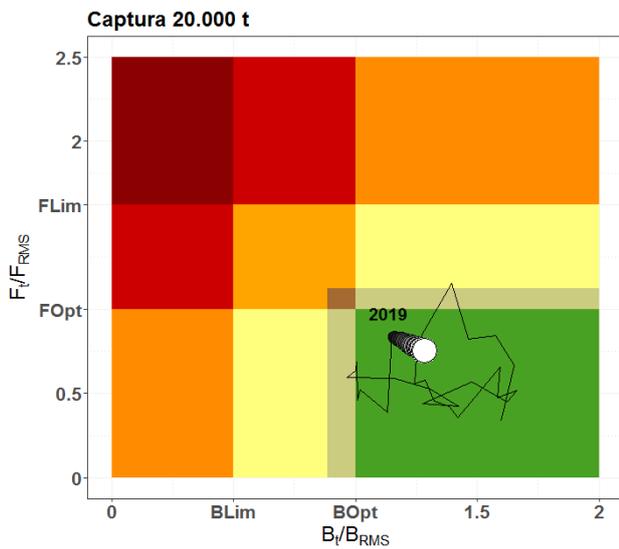
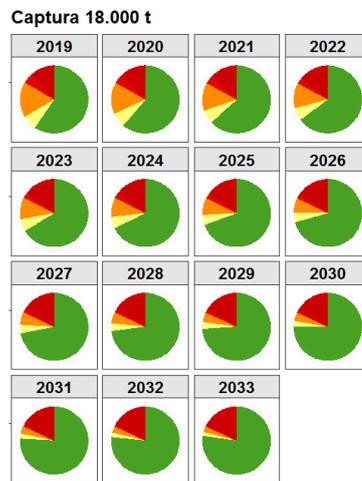
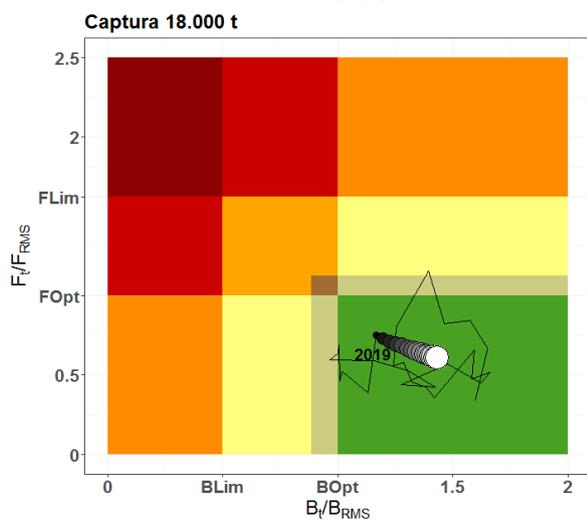
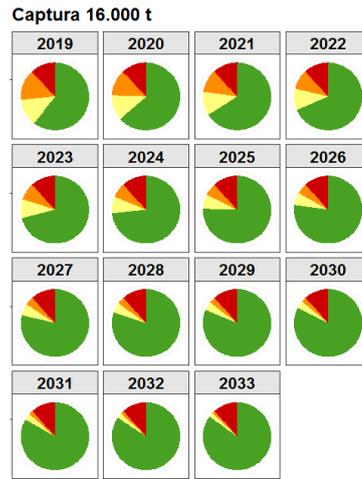
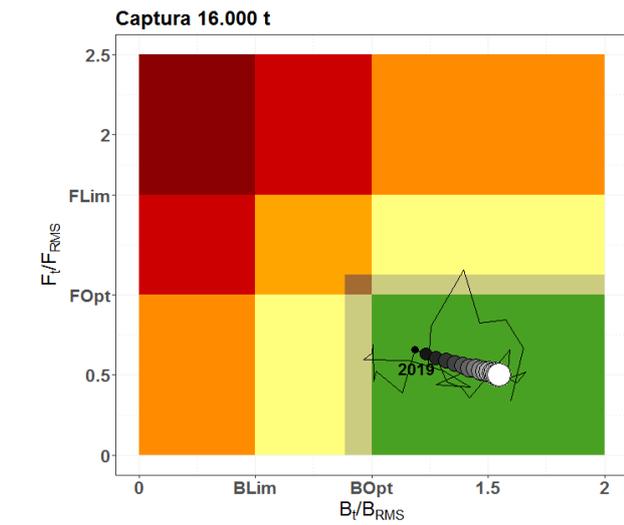
<b>PBRO</b>															
<b>Captura</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
10.000	0,64	0,69	0,75	0,80	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
11.000	0,63	0,68	0,73	0,78	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97
12.000	0,63	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,86	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,96
13.000	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,91	0,91	0,92	0,93	0,94
14.000	0,61	0,65	0,69	0,72	0,76	0,78	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91
15.000	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88
16.000	0,60	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
17.000	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,72	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81
18.000	0,60	0,61	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,77
19.000	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,73
20.000	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68
21.000	0,58	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,62
22.000	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55
23.000	0,57	0,56	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,49	0,49	0,48	0,47
24.000	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	0,47	0,45	0,43	0,42	0,40	0,38	0,36
25.000	0,56	0,54	0,52	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,41	0,38	0,36	0,33	0,30	0,27	0,23

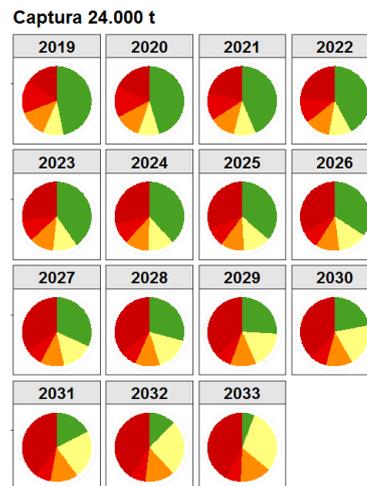
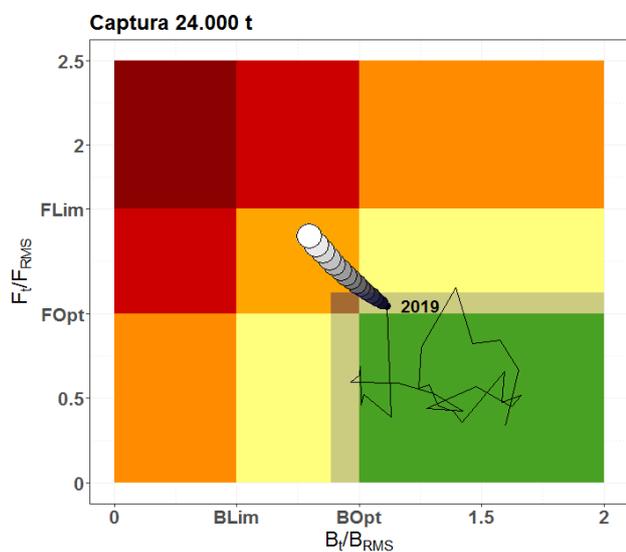
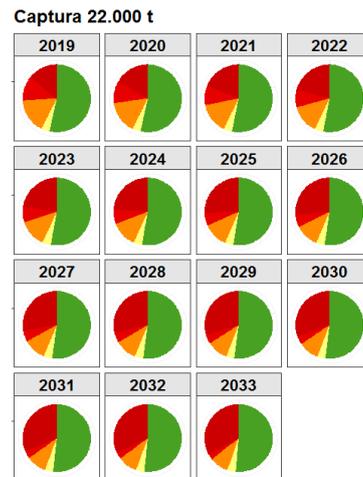
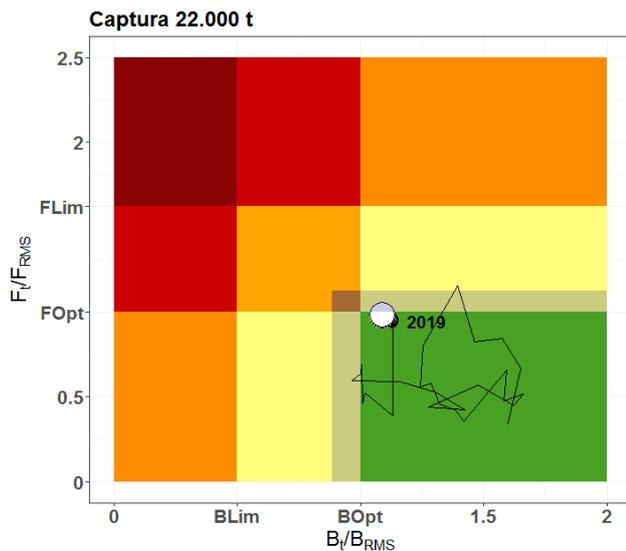
<b>PBRL</b>															
<b>Captura</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
10.000	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
11.000	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
12.000	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
13.000	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
14.000	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
15.000	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
16.000	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
17.000	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
18.000	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
19.000	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18
20.000	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21
21.000	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,20	0,21	0,22	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
22.000	0,14	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33
23.000	0,14	0,18	0,20	0,23	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37
24.000	0,15	0,19	0,22	0,24	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42
25.000	0,15	0,19	0,23	0,26	0,29	0,31	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48



**Figura 27.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B_t/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F_t/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.



**Figura 27. Continuación.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B_t/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F_t/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.



**Figura 27. Continuación.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B_t/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F_t/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.

#### 4.3.2 Proyecciones de biomasa para el Caso 5 (ejercicio con captura total de la especie en el área del Tratado y su frente marítimo incluido aguas jurisdiccionales argentinas)

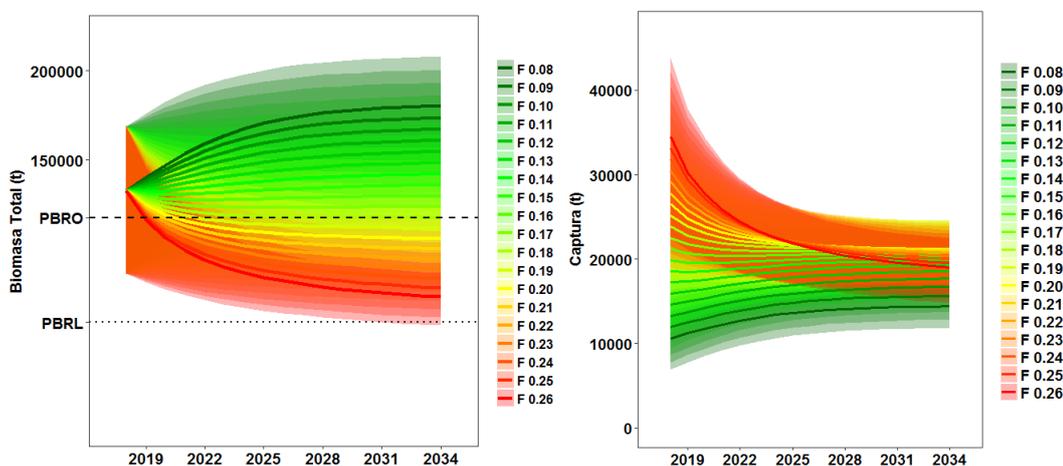
Los niveles de biomasa total proyectados considerando un incremento en la tasa de explotación entre 0,10 y 0,18 se mantendrían por encima del valor de biomasa correspondiente al  $F_{RMS}$  que en términos de captura se correspondería con valores entre 20.320 y 21.795 t. Los niveles de captura asociados a los distintos niveles de  $F$  se detallan en la **Tabla 16** y **Figura 28 y 29**. Valores de  $F$  de 0,18 en 2033 se sobrepasaría el PBRO (**Tabla 17**) mientras que, con capturas del orden de las 27.287 t en 2019, la biomasa total caería por debajo del PBRL con un riesgo del 10% (**Tabla 18**).

Las proyecciones de biomasa de la población a 15 años a distintos niveles de captura constante se presentan en la **Figura 30 y 31** y **Tabla 19**. Los resultados indicaron que, con niveles de captura constante menores o igual a 22.000 t, la biomasa se mantiene por encima del PBRO a largo plazo. Niveles de captura menores a las 22.000 t producirían una recuperación de la biomasa a niveles óptimos en mediano plazo con un riesgo de superar el PBRO de 50%. Los riesgos asociados a los distintos niveles de captura constante considerados para la proyección se presentan en la **Tabla 20**.

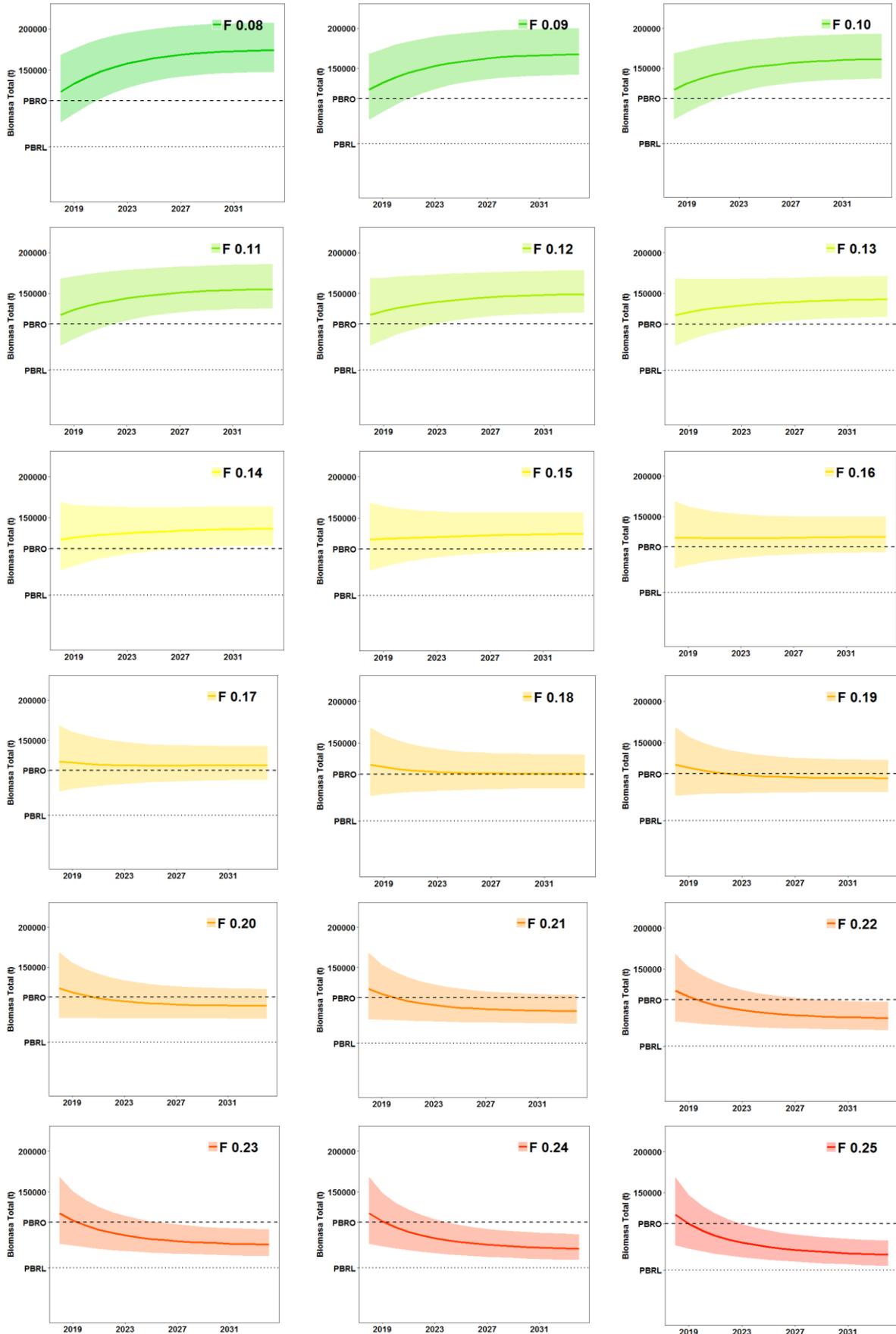
Al igual que Caso 2, se plantearon diferentes escenarios manteniendo la captura constante a largo plazo de 10.000 t a 24.000 t a incrementos de 2.000 t. Estos valores incluyen los valores de captura de CTP para 2018 (17.000 t), CTP mas reserva administrativa (17.000 t + 2.000 t), RMS (21.780 t) y CR (17.470 t). En las **Figura 32** se muestran las trayectorias estimadas de las biomazas y las tasas de captura con respecto al RMS. Con capturas constante hasta 22.000 t, todos los casos presentaron trayectorias similares de mortalidad por pesca decreciente y biomasa creciente, estimando una recuperación hacia la zona verde del diagrama de Kobe ( $F < F_{RMS}$  y  $B > B_{RMS}$ ) hacia el año 2033. Asimismo, se presenta la probabilidad asociada a cada cuadrante del diagrama de Kobe para las diferentes capturas proyectadas.

**Tabla 16.** Valores biomasa proyectada para pescadilla obtenidos del modelo global de evaluación considerando la adición de la tasa de explotación (F de 0,10 y 0,26 con intervalos de 0,01). Caso 5.

Biomasa															
F	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
0,08	133.515	141.489	147.932	153.083	157.780	161.385	164.070	166.408	168.513	170.033	171.195	172.104	172.780	173.335	173.670
0,09	132.265	139.127	144.686	149.124	153.091	156.243	158.559	160.650	162.439	163.921	165.047	165.759	166.434	167.037	167.458
0,10	131.007	136.816	141.506	145.198	148.447	151.332	153.236	154.912	156.709	157.926	158.891	159.610	160.235	160.800	161.150
0,11	129.753	134.506	138.343	141.265	143.957	146.278	148.006	149.430	150.957	152.001	152.910	153.446	153.997	154.475	154.888
0,12	128.503	132.241	135.085	137.459	139.549	141.431	142.926	144.165	145.320	146.287	146.946	147.595	148.078	148.436	148.804
0,13	127.253	129.965	132.065	133.705	135.238	136.679	138.004	138.842	139.699	140.392	141.019	141.560	142.035	142.346	142.727
0,14	126.031	127.684	128.972	129.990	131.090	131.973	132.865	133.480	134.269	134.838	135.393	135.713	135.935	136.227	136.464
0,15	124.812	125.446	125.960	126.320	126.902	127.439	127.824	128.367	128.851	129.278	129.631	129.852	130.080	130.347	130.410
0,16	123.574	123.201	122.923	122.759	122.799	122.979	123.053	123.358	123.538	123.807	124.043	124.191	124.301	124.365	124.407
0,17	122.322	121.020	119.973	119.209	118.729	118.584	118.346	118.269	118.319	118.447	118.515	118.559	118.610	118.590	118.612
0,18	121.081	118.840	117.065	115.778	114.862	114.296	113.793	113.519	113.320	113.180	113.055	113.069	112.947	112.870	112.890
0,19	119.841	116.664	114.137	112.388	111.019	109.943	109.239	108.766	108.289	108.000	107.673	107.536	107.345	107.246	107.234
0,20	118.556	114.534	111.325	109.051	107.225	105.816	104.760	104.075	103.343	102.805	102.427	102.128	101.968	101.745	101.569
0,21	117.327	112.440	108.595	105.783	103.525	101.772	100.385	99.447	98.531	97.845	97.439	96.998	96.631	96.336	96.054
0,22	116.107	110.340	105.858	102.556	99.890	97.833	96.173	94.967	93.859	93.097	92.445	91.890	91.328	90.999	90.584
0,23	114.889	108.254	103.129	99.360	96.360	93.874	92.022	90.582	89.369	88.344	87.634	86.911	86.299	85.743	85.357
0,24	113.696	106.186	100.506	96.315	92.854	90.169	88.067	86.339	84.959	83.809	82.884	82.057	81.318	80.667	80.276
0,25	112.473	104.149	97.890	93.249	89.458	86.544	84.151	82.264	80.659	79.346	78.236	77.321	76.502	75.795	75.166
0,26	111.238	102.123	95.310	90.293	86.076	82.946	80.363	78.304	76.490	74.993	73.778	72.711	71.827	70.973	70.360



**Figura 28.** Proyecciones de la biomasa total de pescadilla y tendencia de la captura realizada a tasa de explotación constante (entre 0,10 y 0,26). Caso 5.



**Figura 29.** Proyecciones de la biomasa total de pescadilla realizada a tasa de explotación constante (entre 0,10 y 0,25) Caso 5.

**Tabla 17.** Riesgo asociado al PBRO considerando las proyecciones de biomasa en diferentes escenarios de aumento de la tasa de explotación del 0,10 al 0,26. Caso 5.

<b>PBRO</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	0,64	0,71	0,77	0,83	0,88	0,92	0,95	0,97	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,09	0,63	0,69	0,75	0,80	0,85	0,89	0,93	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
0,10	0,62	0,68	0,73	0,78	0,82	0,86	0,89	0,92	0,94	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
0,11	0,62	0,66	0,71	0,75	0,79	0,83	0,86	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95	0,95
0,12	0,61	0,65	0,69	0,72	0,75	0,79	0,81	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91
0,13	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86
0,14	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80
0,15	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	0,72	0,72	0,73
0,16	0,58	0,58	0,59	0,59	0,60	0,61	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65
0,17	0,57	0,57	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58
0,18	0,56	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50
0,19	0,55	0,53	0,52	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43	0,43
0,20	0,54	0,52	0,49	0,46	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36	0,36
0,21	0,54	0,50	0,46	0,43	0,40	0,38	0,36	0,35	0,33	0,32	0,31	0,31	0,30	0,30	0,29
0,22	0,53	0,48	0,43	0,40	0,36	0,34	0,31	0,29	0,28	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23
0,23	0,52	0,46	0,41	0,36	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17
0,24	0,51	0,44	0,38	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13
0,25	0,50	0,42	0,35	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09
0,26	0,49	0,40	0,32	0,26	0,21	0,17	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07

<b>Captura (t)</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	10.681	11.319	11.835	12.247	12.622	12.911	13.126	13.313	13.481	13.603	13.696	13.768	13.822	13.867	13.894
0,09	11.904	12.521	13.022	13.421	13.778	14.062	14.270	14.458	14.619	14.753	14.854	14.918	14.979	15.033	15.071
0,10	13.101	13.682	14.151	14.520	14.845	15.133	15.324	15.491	15.671	15.793	15.889	15.961	16.023	16.080	16.115
0,11	14.273	14.796	15.218	15.539	15.835	16.091	16.281	16.437	16.605	16.720	16.820	16.879	16.940	16.992	17.038
0,12	15.420	15.869	16.210	16.495	16.746	16.972	17.151	17.300	17.438	17.554	17.634	17.711	17.769	17.812	17.856
0,13	16.543	16.895	17.168	17.382	17.581	17.768	17.940	18.049	18.161	18.251	18.332	18.403	18.465	18.505	18.555
0,14	17.644	17.876	18.056	18.199	18.353	18.476	18.601	18.687	18.798	18.877	18.955	19.000	19.031	19.072	19.105
0,15	18.722	18.817	18.894	18.948	19.035	19.116	19.174	19.255	19.328	19.392	19.445	19.478	19.512	19.552	19.561
0,16	19.772	19.712	19.668	19.641	19.648	19.677	19.689	19.737	19.766	19.809	19.847	19.871	19.888	19.898	19.905
0,17	20.795	20.573	20.395	20.266	20.184	20.159	20.119	20.106	20.114	20.136	20.148	20.155	20.164	20.160	20.164
0,18	21.795	21.391	21.072	20.840	20.675	20.573	20.483	20.433	20.398	20.372	20.350	20.353	20.331	20.317	20.320
0,19	22.770	22.166	21.686	21.354	21.094	20.889	20.755	20.665	20.575	20.520	20.458	20.432	20.396	20.377	20.374
0,20	23.711	22.907	22.265	21.810	21.445	21.163	20.952	20.815	20.669	20.561	20.485	20.426	20.394	20.349	20.314
0,21	24.639	23.612	22.805	22.214	21.740	21.372	21.081	20.884	20.692	20.547	20.462	20.370	20.292	20.231	20.171
0,22	25.543	24.275	23.289	22.562	21.976	21.523	21.158	20.893	20.649	20.481	20.338	20.216	20.092	20.020	19.928
0,23	26.424	24.898	23.720	22.853	22.163	21.591	21.165	20.834	20.555	20.319	20.156	19.990	19.849	19.721	19.632
0,24	27.287	25.485	24.121	23.116	22.285	21.640	21.136	20.721	20.390	20.114	19.892	19.694	19.516	19.360	19.266
0,25	28.118	26.037	24.473	23.312	22.364	21.636	21.038	20.566	20.165	19.836	19.559	19.330	19.125	18.949	18.792
0,26	28.922	26.552	24.781	23.476	22.380	21.566	20.894	20.359	19.887	19.498	19.182	18.905	18.675	18.453	18.294

**Tabla 18.** Riesgo asociado al PBRL considerando las proyecciones de biomasa en diferentes escenarios de aumento de la tasa de explotación del 0,10 al 0,26. Caso 5.

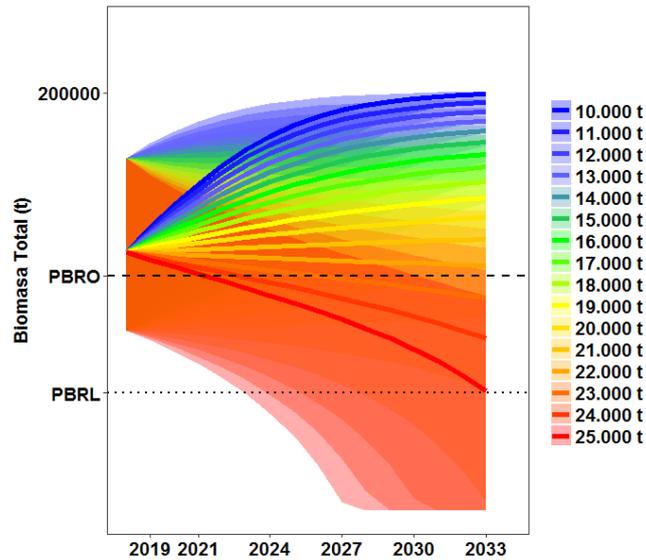
<b>PBRL</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,09	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,10	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,11	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,12	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,13	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,14	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,15	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0,04	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,17	0,04	0,03	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,18	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,19	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
0,21	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,22	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
0,23	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
0,24	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
0,25	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
0,26	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23

<b>Captura</b>															
<b>F</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
0,08	10.681	11.319	11.835	12.247	12.622	12.911	13.126	13.313	13.481	13.603	13.696	13.768	13.822	13.867	13.894
0,09	11.904	12.521	13.022	13.421	13.778	14.062	14.270	14.458	14.619	14.753	14.854	14.918	14.979	15.033	15.071
0,10	13.101	13.682	14.151	14.520	14.845	15.133	15.324	15.491	15.671	15.793	15.889	15.961	16.023	16.080	16.115
0,11	14.273	14.796	15.218	15.539	15.835	16.091	16.281	16.437	16.605	16.720	16.820	16.879	16.940	16.992	17.038
0,12	15.420	15.869	16.210	16.495	16.746	16.972	17.151	17.300	17.438	17.554	17.634	17.711	17.769	17.812	17.856
0,13	16.543	16.895	17.168	17.382	17.581	17.768	17.940	18.049	18.161	18.251	18.332	18.403	18.465	18.505	18.555
0,14	17.644	17.876	18.056	18.199	18.353	18.476	18.601	18.687	18.798	18.877	18.955	19.000	19.031	19.072	19.105
0,15	18.722	18.817	18.894	18.948	19.035	19.116	19.174	19.255	19.328	19.392	19.445	19.478	19.512	19.552	19.561
0,16	19.772	19.712	19.668	19.641	19.648	19.677	19.689	19.737	19.766	19.809	19.847	19.871	19.888	19.898	19.905
0,17	20.795	20.573	20.395	20.266	20.184	20.159	20.119	20.106	20.114	20.136	20.148	20.155	20.164	20.160	20.164
0,18	21.795	21.391	21.072	20.840	20.675	20.573	20.483	20.433	20.398	20.372	20.350	20.353	20.331	20.317	20.320
0,19	22.770	22.166	21.686	21.354	21.094	20.889	20.755	20.665	20.575	20.520	20.458	20.432	20.396	20.377	20.374
0,20	23.711	22.907	22.265	21.810	21.445	21.163	20.952	20.815	20.669	20.561	20.485	20.426	20.394	20.349	20.314
0,21	24.639	23.612	22.805	22.214	21.740	21.372	21.081	20.884	20.692	20.547	20.462	20.370	20.292	20.231	20.171
0,22	25.543	24.275	23.289	22.562	21.976	21.523	21.158	20.893	20.649	20.481	20.338	20.216	20.092	20.020	19.928
0,23	26.424	24.898	23.720	22.853	22.163	21.591	21.165	20.834	20.555	20.319	20.156	19.990	19.849	19.721	19.632
0,24	27.287	25.485	24.121	23.116	22.285	21.640	21.136	20.721	20.390	20.114	19.892	19.694	19.516	19.360	19.266
0,25	28.118	26.037	24.473	23.312	22.364	21.636	21.038	20.566	20.165	19.836	19.559	19.330	19.125	18.949	18.792
0,26	28.922	26.552	24.781	23.476	22.380	21.566	20.894	20.359	19.887	19.498	19.182	18.905	18.675	18.453	18.294

**Tabla 19.** Valores de biomasa total de pescadilla (t) proyectada considerando distintos niveles de captura constante. Caso 5.

<b>Captura</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>
10.000	135,124	146,146	156,289	165,275	172,961	179,328	184,458	188,496	191,616	193,989	195,774	197,105	198,090	198,816	199,349
11.000	134,124	144,207	153,532	161,866	169,076	175,133	180,092	184,065	187,190	189,612	191,469	192,878	193,941	194,738	195,334
12.000	133,124	142,264	150,761	158,418	165,120	170,831	175,582	179,455	182,559	185,011	186,927	188,410	189,549	190,421	191,084
13.000	132,124	140,318	147,975	154,933	161,093	166,417	170,918	174,654	177,705	180,162	182,120	183,667	184,879	185,824	186,557
14.000	131,124	138,369	145,173	151,409	156,993	161,887	166,093	169,648	172,606	175,038	177,016	178,610	179,886	180,901	181,705
15.000	130,124	136,417	142,356	147,845	152,817	157,236	161,098	164,421	167,241	169,608	171,573	173,192	174,516	175,593	176,464
16.000	129,124	134,461	139,524	144,242	148,564	152,461	155,923	158,957	161,584	163,836	165,747	167,357	168,705	169,825	170,753
17.000	128,124	132,502	136,676	140,598	144,232	147,556	150,557	153,237	155,607	157,681	159,483	161,037	162,369	163,504	164,466
18.000	127,124	130,540	133,813	136,914	139,820	142,515	144,991	147,244	149,277	151,098	152,717	154,149	155,407	156,507	157,465
19.000	126,124	128,575	130,935	133,189	135,325	137,335	139,212	140,954	142,560	144,031	145,373	146,589	147,688	148,676	149,561
20.000	125,124	126,606	128,041	129,422	130,746	132,009	133,209	134,345	135,415	136,419	137,358	138,234	139,047	139,801	140,498
21.000	124,124	124,634	125,131	125,613	126,080	126,532	126,969	127,391	127,797	128,188	128,563	128,924	129,269	129,600	129,916
22.000	123,124	122,660	122,206	121,761	121,326	120,898	120,478	120,064	119,656	119,254	118,856	118,462	118,072	117,684	117,300
23.000	122,124	120,681	119,264	117,866	116,481	115,101	113,720	112,334	110,935	109,516	108,073	106,596	105,079	103,512	101,888
24.000	121,124	118,700	116,308	113,928	111,543	109,134	106,682	104,167	101,568	98,860	96,015	93,002	89,782	86,308	82,523
25.000	120,124	116,715	113,335	109,945	106,510	102,990	99,344	95,526	91,481	87,145	82,439	77,261	71,483	64,932	57,376



**Figura 30.** Proyecciones de biomasa total a 15 años a diferentes niveles de captura. Se indican los PBRO y PBRL Caso 5.

**Tabla 20.** Riesgo asociado a los PBR considerando las proyecciones de biomasa en diferentes escenarios de tasas constantes de extracción captura. Caso 5.

<b>PBRO</b>															
Captura	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
10.000	0,64	0,72	0,79	0,84	0,89	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00
11.000	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
12.000	0,63	0,69	0,75	0,80	0,84	0,88	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,98
13.000	0,63	0,68	0,73	0,78	0,82	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
14.000	0,62	0,67	0,72	0,76	0,79	0,83	0,85	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,95
15.000	0,61	0,65	0,70	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,90	0,91	0,92	0,93
16.000	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90
17.000	0,60	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86
18.000	0,59	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81
19.000	0,59	0,60	0,62	0,63	0,65	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,75	0,76
20.000	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70
21.000	0,58	0,58	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	0,64
22.000	0,57	0,56	0,56	0,56	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53
23.000	0,56	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43
24.000	0,55	0,54	0,52	0,51	0,50	0,48	0,46	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,34	0,31	0,29
25.000	0,55	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,22	0,18	0,13

<b>PBRL</b>															
Captura	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
10.000	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11.000	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
12.000	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
13.000	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
14.000	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
15.000	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
16.000	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
17.000	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
18.000	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
19.000	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16
20.000	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20
21.000	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24	0,24	0,25
22.000	0,09	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
23.000	0,10	0,13	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36
24.000	0,10	0,14	0,17	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,41	0,43
25.000	0,10	0,15	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50

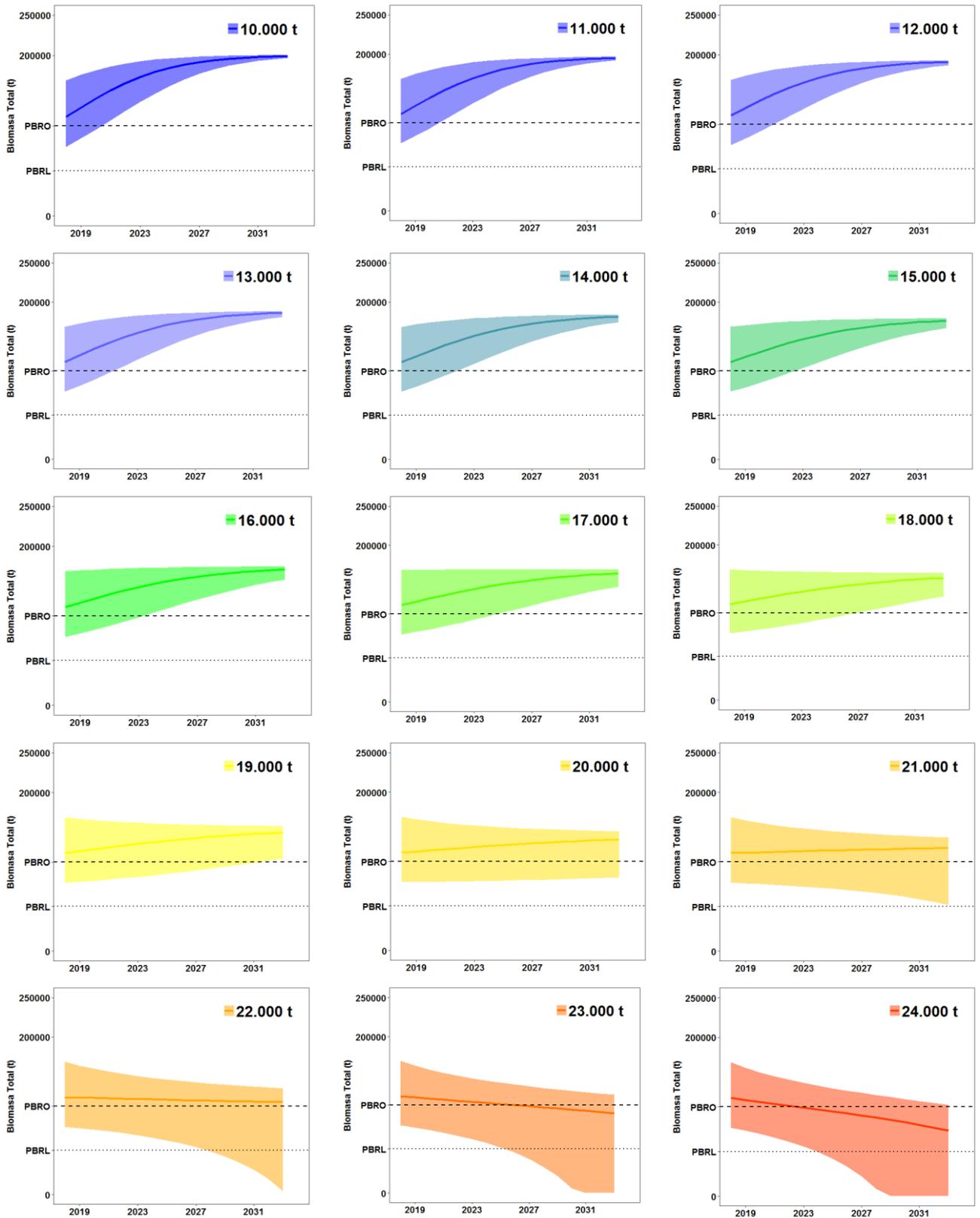
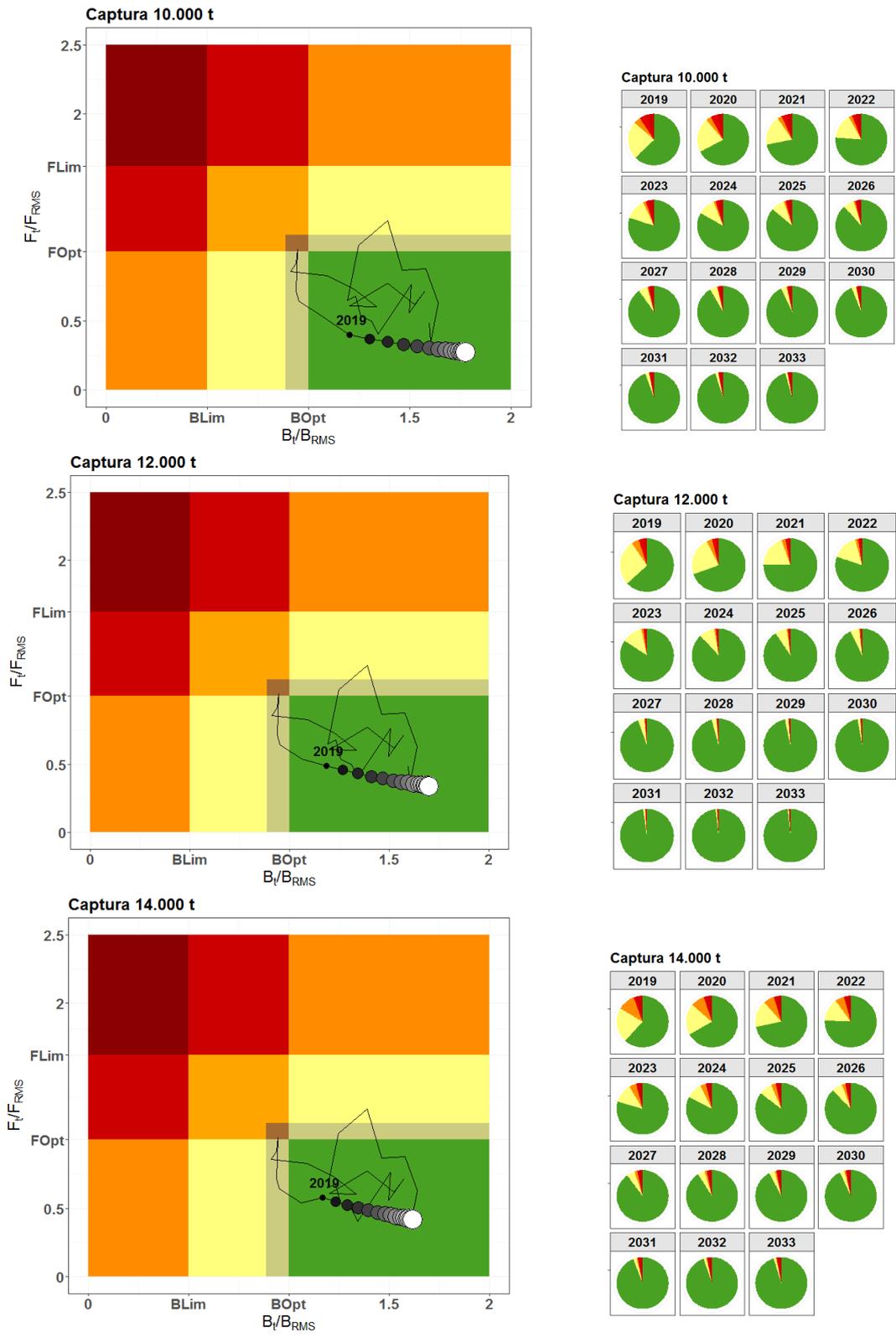
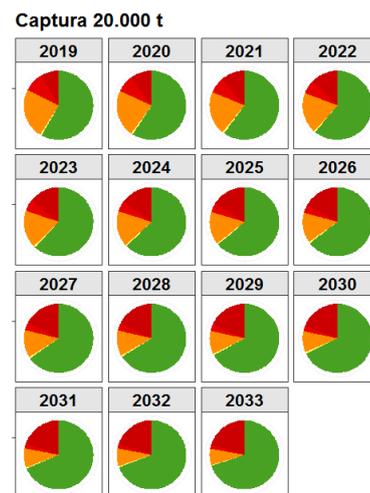
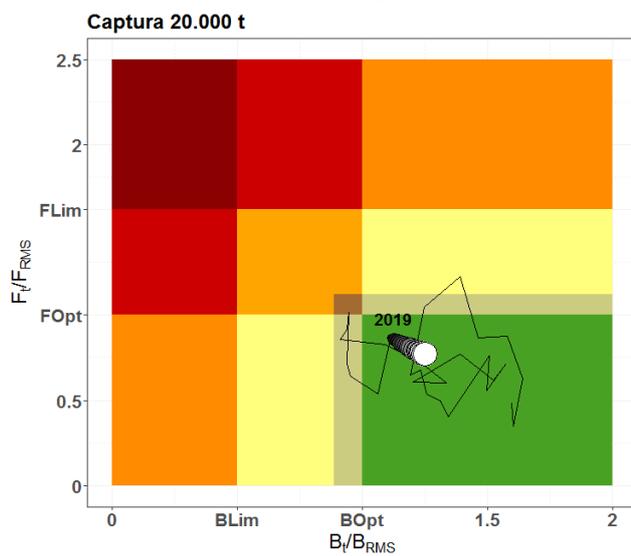
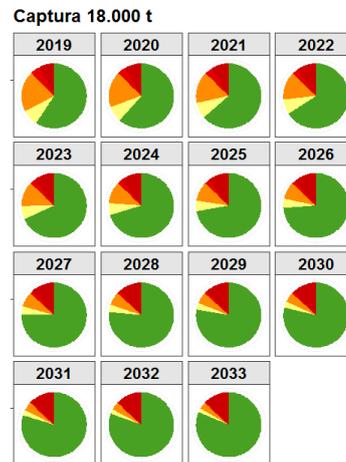
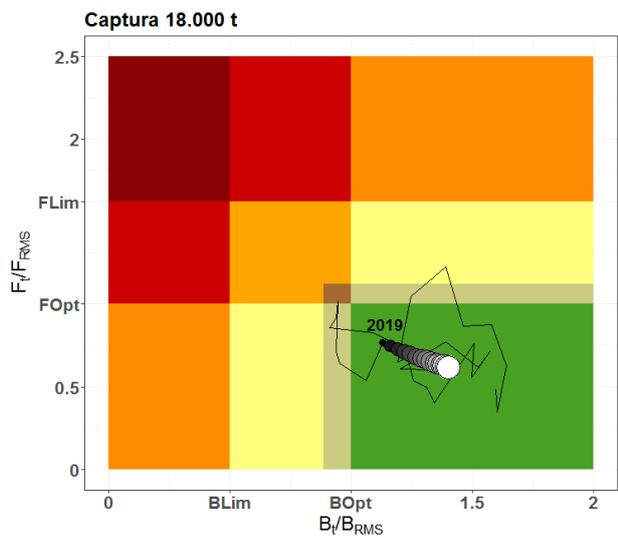
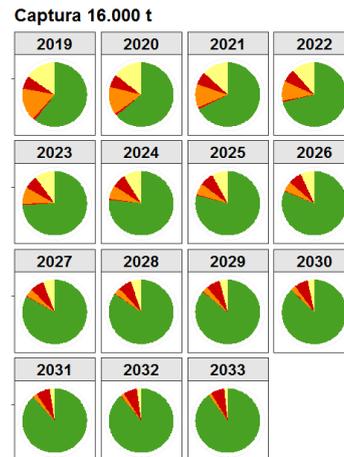
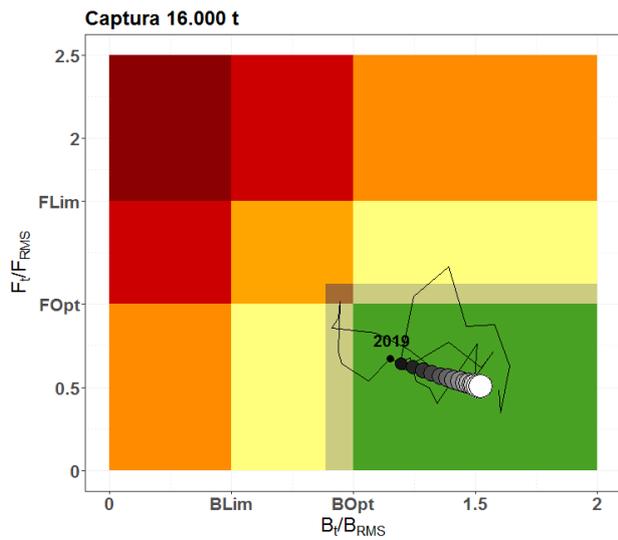


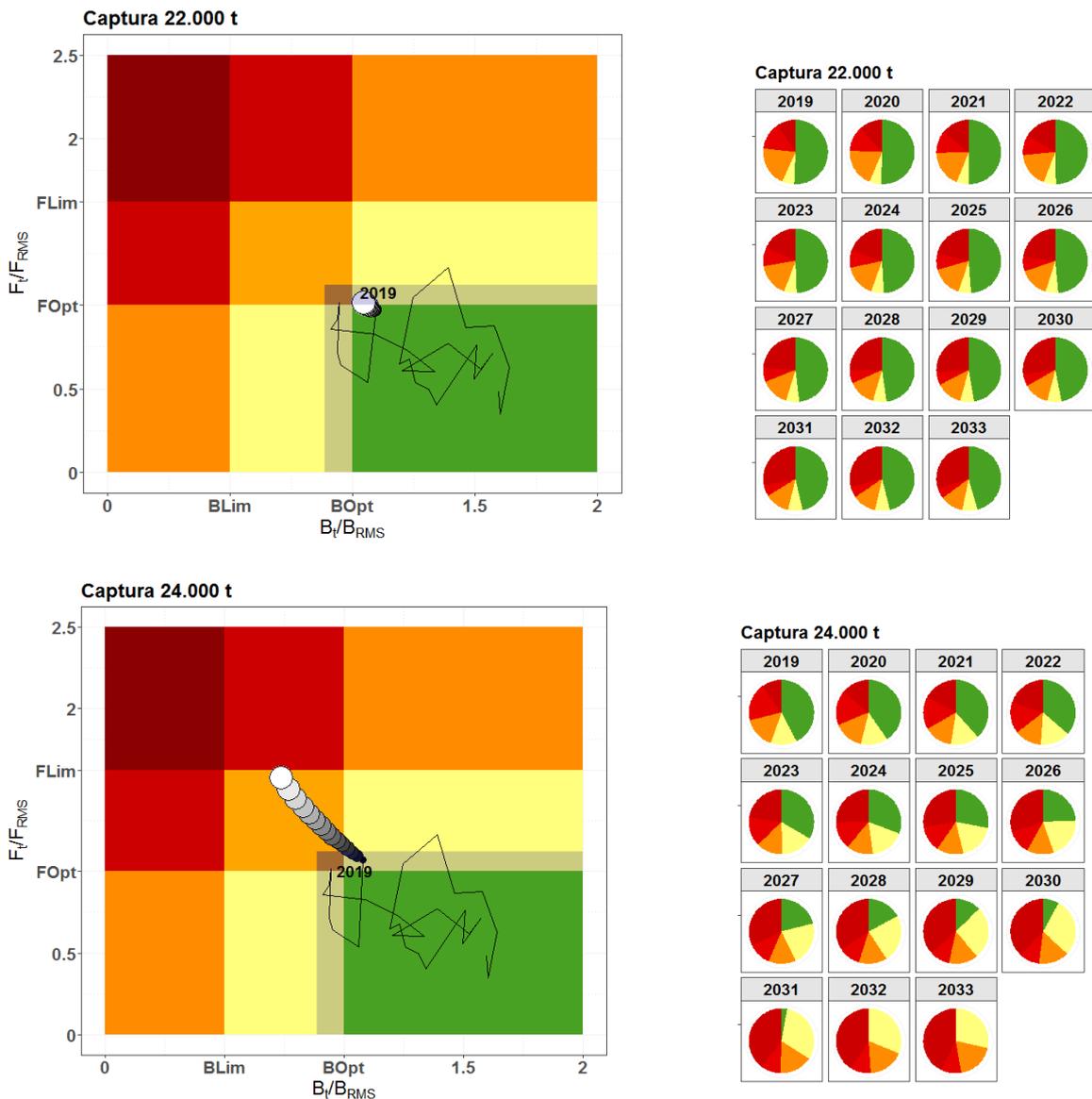
Figura 31 Trayectoria de biomasa total discriminado por captura. Caso 5.



**Figura 32.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.



**Figura 32. Continuación.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.



**Figura 32. Continuación.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Probabilidad de incidencia en cada cuadrante del diagrama de Kobe en cada año proyectado para cada captura.

## 5. Síntesis

Los parámetros estimados del modelo de producción excedente no difieren según la serie de captura considerada. Se destaca que la captura de aguas jurisdiccionales argentinas estimada para los años 2008-2015 y 2017-2018 fue del 30% sobre la base de la proporción del año 2016.

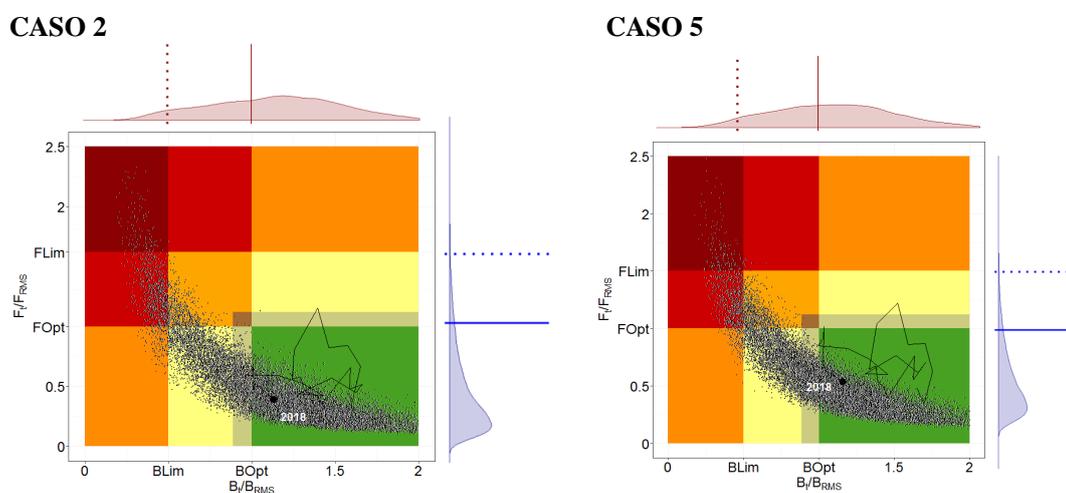
El ajuste de los parámetros del modelo de Schaefer por inferencia Bayesiana determinó un valor RMS de 21.350 ( $IP_{95\%}$  15.520 y 29.070 t) y 21.780 ( $IP_{95\%}$  15.690 y 29.280 t) y una captura de reemplazo para 2019 de 16.810 t ( $IP_{95\%}$  10.505 y 23.850 t) y de 17.470 t ( $IP_{95\%}$  11.500 y 24.320 t) para cada modelo respectivamente (**Tabla 21**).

El estado actual con respecto a  $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ , sobre la base de los resultados de la estimación de biomasa total a partir del índice de abundancia de la flota uruguaya en el Caso 2, determino que en 2018, la población se encontraría en bajos niveles de mortalidad por pesca ( $F_t < F_{RMS}$ ) y mayor biomasa total con relación al  $B_{RMS}$  (**Figura 33**), con una probabilidad del 67% de encontrarse en niveles de biomasa mayores a la biomasa

óptima ( $B_{RMS}$ , PBRO) y 27% entre la  $B_{RMS}$  y la biomasa límite (50%  $B_{RMS}$ , PBRL), por debajo del  $F_{RMS}$ . Situación similar se observó para el Caso 5, donde la biomasa total en 2018 indicó que el stock no está sobrepescado y no está experimentando sobrepesca (**Figura 33**). La probabilidad de encontrarse en niveles de biomasa mayor que la  $B_{RMS}$  del 60% y 32% entre la biomasa óptima ( $B_{RMS}$ , PBRO) y la biomasa límite (50%  $B_{RMS}$ , PBRL).

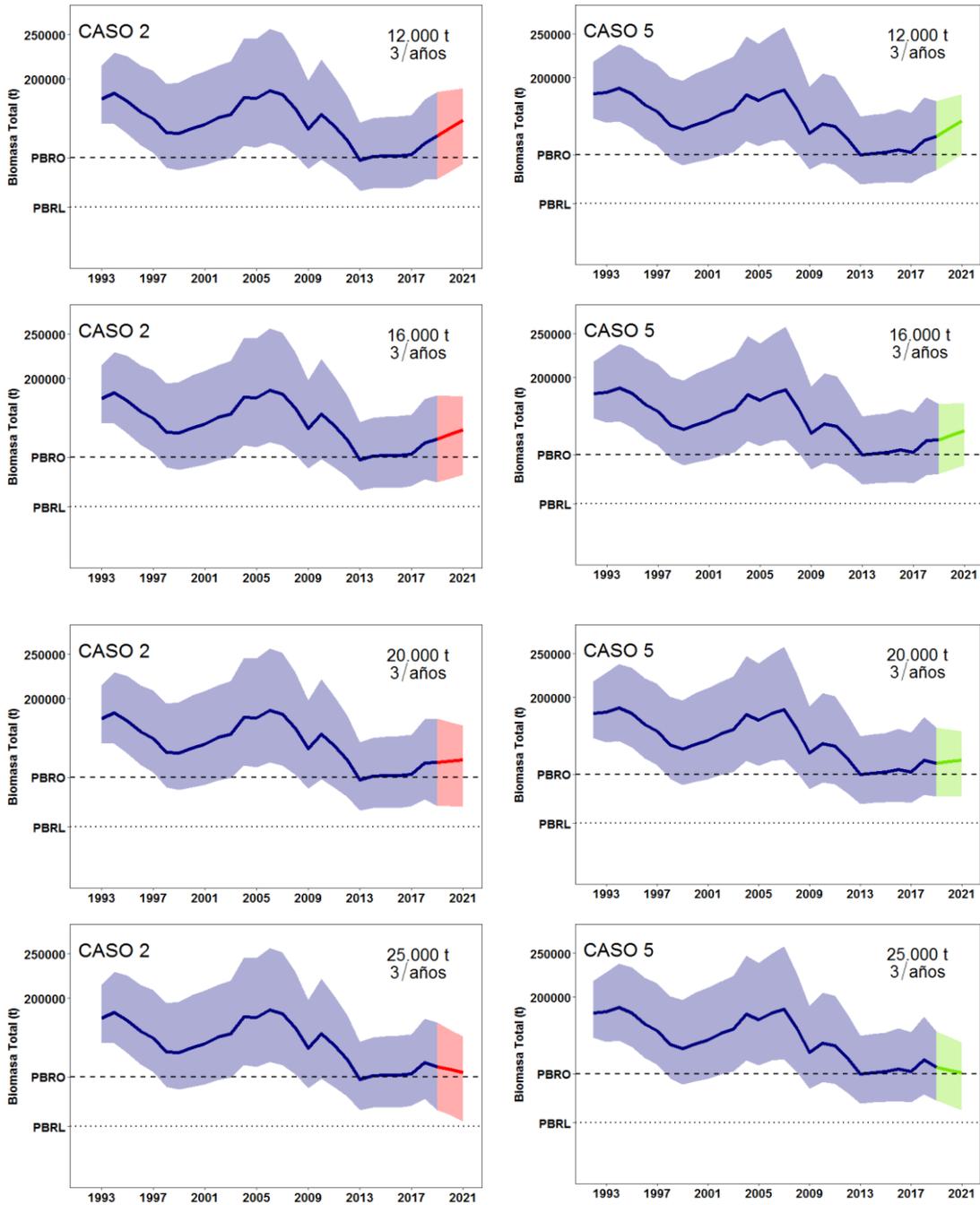
**Tabla 21.** Parámetros de diagnóstico estimados a partir del modelo de Schaefer: Rendimiento Máximo Sostenible (RMS).  $CR_{2018}$ : Captura de reemplazo, que permite que la biomasa de 2019 sea igual a la de 2018. Biomasa correspondiente al RMS ( $B_{RMS}$ ).  $B_{2018}$  biomasa estimada a 2019.  $B_{2019}/B_{RMS}$ : proporción de la biomasa en 2019 respecto de la biomasa RMS.  $B_{2019}/K$ : proporción de la Biomasa actual en función de K.  $F_{RMS}$  tasa de explotación para el RMS.

	CASO 2				CASO 5			
	Media	Mediana	2,5%	97,5%	Media	Mediana	2,5%	97,5%
<b>r</b>	0,3711	0,3693	0,3099	0,4362	0,3718	0,3692	0,311	0,4378
<b>K</b>	230.900	222.900	167.100	310.000	235.200	227.900	171.000	313.100
<b>q</b>	0,00197	0,001663	1,18E-03	0,002447	0,001999	0,001749	0,001019	0,003346
<b>sigma</b>	0,04884	0,04284	0,03146	0,05921	0,04571	0,04006	0,02261	0,07537
<b>tau</b>	0,04185	0,03638	0,02682	0,05036	0,04059	0,03532	0,02024	0,06675
<b>RMS</b>	21.350	20.390	15.220	29.070	21.780	20.930	15.690	29.280
<b>CR<sub>2019</sub></b>	16.810	16.700	10.505	23.850	17.470	17.370	11.500	24.320
<b>B<sub>1993/1992</sub></b>	184.200	177.800	133.300	247.300	187.700	181.800	136.400	249.700
<b>B<sub>2019</sub></b>	144.500	137.600	65.300	234.000	145.700	137.400	69.910	234.600
<b>B<sub>RMS</sub></b>	115.500	111.400	83.560	155.000	117.600	113.900	85.510	156.500
<b>B<sub>2019</sub>/B<sub>RMS</sub></b>	1,223	1,257	0,6793	1,695	1,212	1,232	0,7036	1,677
<b>B<sub>2019</sub>/K</b>	0,6113	0,6283	0,3397	0,8475	0,6062	0,6162	0,3518	0,8383
<b>F<sub>2018</sub></b>	0,08547	0,07095	0,04028	0,1513	0,09348	0,08055	0,04559	0,1593
<b>F<sub>RMS</sub></b>	0,1856	0,1846	0,155	0,2181	0,1859	0,1846	0,1555	0,2189



**Figura 33.** Diagrama de Kobe. Tendencia y el estado actual de la población de pescadilla. Biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global.

En la **Figura 34** se presenta la tendencia de la biomasa total a corto plazo (2019 -2021) para diferentes niveles de captura. Se observa que a niveles constante de 25.000 t se alcanzaría los valores medianos de la  $B_{RMS}$  en 2021 con un riesgo del 52 y 51% de sobrepasar dicho PBRO. Proyectando la biomasa total a captura constante en el corto plazo no se alcanzaría el 50% de riesgo de sobrepasar el PBRO. Con relación a las proyecciones de biomasa a  $F$  constante, se estimó, para un riesgo del 50% de sobrepasar el PBRO una captura de 21.998 y 21.795 t en el Caso 2 y 21.413 y 21.391 t en el Caso 5 en 2019 y 2020 respectivamente. Asimismo, asumiendo un riesgo del 10% de sobrepasar el PBRL las capturas corresponderían a los siguientes valores: 26.646 y 24.908 t en el Caso 2 y 27.287 y 25.485 t en el Caso 5 para 2019 y 2020 respectivamente (**Tabla 22**).



**Figura 34.** Tendencia de la biomasa total proyectada a diferentes niveles de captura constante a corto plazo.

**Tabla 22.** Valores de captura correspondiente al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS), Captura de Reemplazo (CR). Valores de captura para los años 2019 y 2020 correspondientes a sobrepasar los PBRO (riesgo del 50%) y PBRL (riesgo 10%) para proyecciones de biomasa total a F constante.

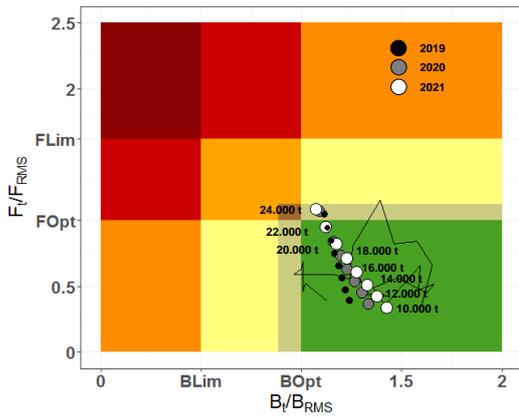
			Caso 2	Caso 5
<b>RMS</b>			21.350	21.780
<b>CR<sub>2019</sub></b>			16.810	17.470
<b>PBRO</b>	<b>Riesgo 50%</b>	2019	21.998	21.795
		2020	21.413	21.391
<b>PBRL</b>	<b>Riesgo 10%</b>	2019	26.646	27.287
		2020	24.908	25.485

Las proyecciones a corto plazo en el diagrama de Kobe indicaron que, en 2021, para el Caso 2, con capturas constantes de 24.000 la población se encontraría en la zona de precaución, mientras que en el Caso 5 se encontraría entre los PBRL y PBRO tanto para la biomasa como para la mortalidad por pesca. Las probabilidades de dichos valores se presentan en la **Tabla 24**.

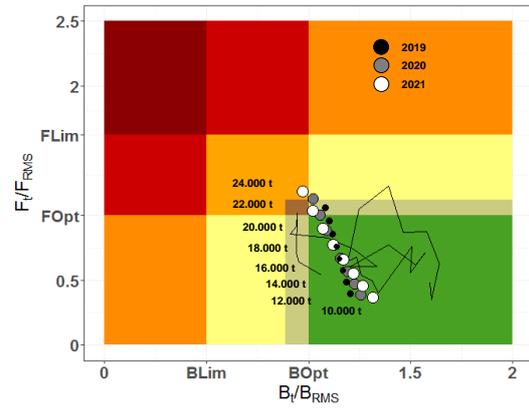
**Tabla 24.** Probabilidades por nivel de captura de ubicarse en cada uno de los cuadrantes del diagrama de Kobe. Se presentan dichos valores para las proyecciones a corto plazo.

CASO 2	B>B <sub>RMS</sub> F<F <sub>RMS</sub>			B>B <sub>RMS</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>			B<B <sub>RMS</sub> B>B <sub>LIM</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>			B<B <sub>LIM</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>			B<B <sub>LIM</sub> F>F <sub>LIM</sub>					
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
10.000	0,60	0,62	0,64	0,28	0,25	0,23	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06	0,05	0	0	0	0,04	0,06	0,08
11.000	0,63	0,68	0,73	0,26	0,23	0,20	0,02	0,01	0,01	0,06	0,05	0,04	0	0	0	0,03	0,02	0,02
12.000	0,63	0,67	0,72	0,24	0,22	0,19	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0	0	0	0,04	0,04	0,04
13.000	0,62	0,66	0,70	0,21	0,20	0,17	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0	0	0	0,06	0,06	0,05
14.000	0,61	0,65	0,69	0,19	0,17	0,16	0,10	0,08	0,07	0,02	0,02	0,02	0	0	0	0,08	0,07	0,07
15.000	0,61	0,64	0,67	0,16	0,14	0,13	0,13	0,11	0,09	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0,10	0,10	0,09
16.000	0,60	0,63	0,66	0,13	0,12	0,11	0,15	0,13	0,11	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,11	0,11	0,11
17.000	0,60	0,62	0,65	0,10	0,09	0,09	0,16	0,14	0,12	0	0	0	0,03	0,02	0,02	0,11	0,12	0,12
18.000	0,60	0,61	0,63	0,07	0,07	0,06	0,17	0,15	0,13	0	0	0	0,05	0,02	0,04	0,12	0,13	0,14
19.000	0,59	0,60	0,62	0,05	0,05	0,04	0,18	0,16	0,15	0	0	0	0,07	0,04	0,05	0,12	0,14	0,15
20.000	0,58	0,59	0,60	0,02	0,02	0,02	0,19	0,17	0,16	0	0	0	0,09	0,06	0,07	0,13	0,15	0,16
21.000	0,57	0,57	0,58	0,01	0,02	0,02	0,19	0,17	0,16	0	0	0	0,10	0,07	0,08	0,13	0,15	0,18
22.000	0,53	0,53	0,53	0	0	0	0,16	0,15	0,15	0	0	0	0,12	0,09	0,09	0,14	0,17	0,19
23.000	0,50	0,50	0,49	0	0	0	0,15	0,14	0,13	0	0	0	0,14	0,11	0,11	0,14	0,18	0,2
24.000	0,47	0,45	0,44	0	0	0	0,13	0,12	0,12	0	0	0	0,16	0,12	0,13	0,15	0,19	0,22
CASO 5	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
10.000	0,60	0,62	0,65	0,33	0,29	0,25	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0	0	0	0,02	0,04	0,06
11.000	0,64	0,71	0,77	0,30	0,24	0,20	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03	0,02	0	0	0	0,01	0,01	0,01
12.000	0,63	0,69	0,75	0,27	0,23	0,19	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0	0	0	0,02	0,01	0,01
13.000	0,63	0,68	0,73	0,25	0,22	0,18	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0	0	0	0,03	0,03	0,02
14.000	0,62	0,67	0,72	0,22	0,20	0,17	0,11	0,09	0,07	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0,04	0,04	0,04
15.000	0,61	0,65	0,70	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,10	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0,06	0,06	0,05
16.000	0,61	0,64	0,68	0,15	0,14	0,13	0,16	0,14	0,12	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,07	0,07	0,07
17.000	0,60	0,63	0,66	0,12	0,11	0,11	0,18	0,16	0,14	0	0	0	0,03	0,03	0,02	0,07	0,07	0,08
18.000	0,59	0,62	0,64	0,08	0,08	0,08	0,20	0,18	0,16	0	0	0	0,05	0,04	0,04	0,07	0,08	0,09
19.000	0,59	0,60	0,62	0,04	0,04	0,04	0,22	0,20	0,18	0	0	0	0,07	0,06	0,06	0,08	0,09	0,10
20.000	0,58	0,59	0,60	0,01	0,01	0,01	0,23	0,22	0,20	0	0	0	0,09	0,08	0,08	0,08	0,10	0,11
21.000	0,55	0,55	0,55				0,22	0,21	0,20	0	0	0	0,11	0,11	0,10	0,09	0,11	0,13
22.000	0,51	0,50	0,50	0	0	0	0,20	0,19	0,18	0	0	0	0,14	0,13	0,11	0,09	0,12	0,14
23.000	0,46	0,45	0,44	0	0	0	0,18	0,17	0,16	0	0	0	0,16	0,15	0,14	0,10	0,13	0,16
24.000	0,42	0,40	0,38				1,31	0,15	0,14				0,19	0,18	0,16	0,11	0,14	0,17

### Caso 2

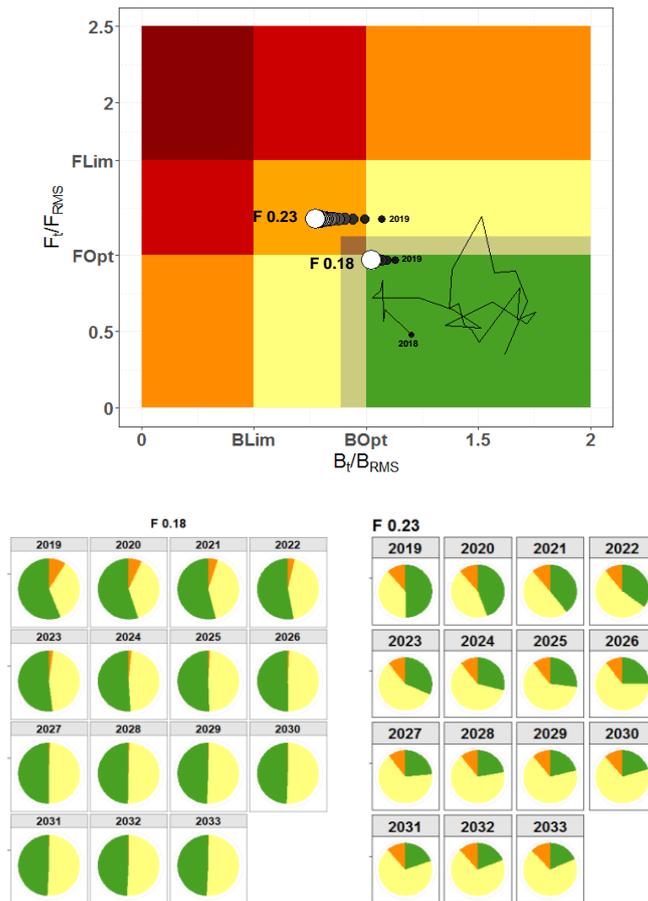


### Caso 5



**Figura 21.** Diagrama de Kobe. Proyecciones de biomasa total ( $B/B_{RMS}$ ) y mortalidad por pesca ( $F/F_{RMS}$ ) respecto a los elementos de referencia del RMS estimados mediante el modelo global. Se consideró captura constante de 10.000 a 24.000 t a intervalos de 2.000 t. Se presenta la proyección de captura a corto plazo.

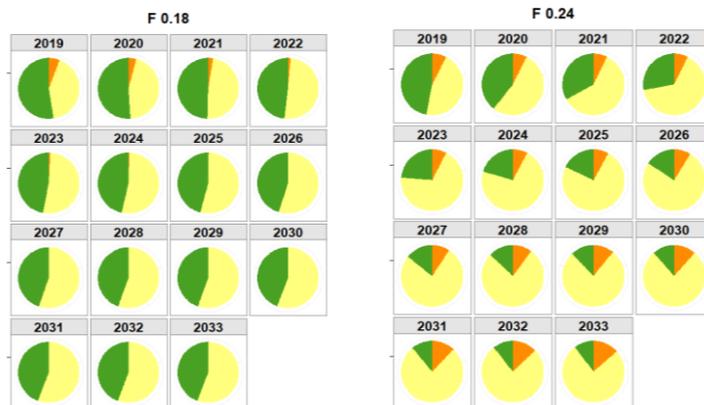
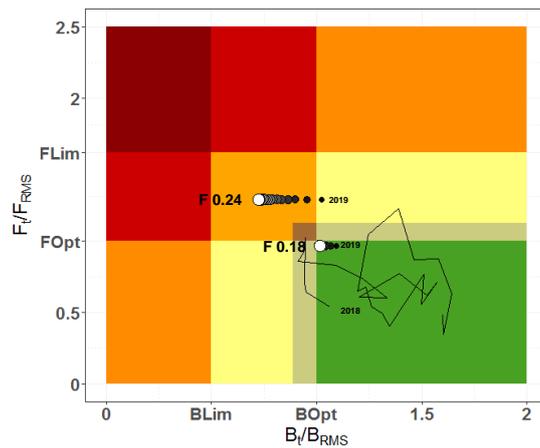
Las proyecciones a  $F$  constante a largo plazo tanto para la  $F$  asociada al PBRO como al PBRL en ambos Casos, así como la probabilidad de estar en cada cuadrante del diagrama de Kobe se presentan en la **Figuras 23 y 24 y Tablas 25 y 26.**



**Figura 23.** Proyecciones a  $F$  constante a largo plazo (2033) de la  $F$  asociada al PBRO (0,18) y al PBRL (0,20). Caso 2.

**Tabla 25.** Probabilidades por nivel de F de ubicarse en cada uno de los cuadrantes del diagrama de Kobe. Se presentan dichos valores para las proyecciones a largo plazo. Caso 2.

	F 0,18			F 0,23		
	B>B <sub>RMS</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>	B<B <sub>LIM</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>	B<B <sub>LIM</sub> F<F <sub>RMS</sub>
2019	56,14	34,88	8,98	49,90	38,44	11,66
2020	54,97	38,15	6,88	44,22	44,35	11,43
2021	53,96	41,08	4,96	39,33	49,41	11,26
2022	52,97	43,61	3,42	35,00	54,03	10,97
2023	51,91	45,90	2,19	31,53	57,69	10,78
2024	51,06	47,47	1,47	28,92	60,35	10,73
2025	50,54	48,52	0,94	26,85	62,50	10,65
2026	50,14	49,23	0,63	24,89	64,65	10,46
2027	49,87	49,64	0,49	23,54	65,96	10,50
2028	49,68	49,96	0,36	22,26	67,09	10,65
2029	49,41	50,29	0,30	21,18	68,02	10,80
2030	49,37	50,40	0,23	20,42	68,38	11,20
2031	49,26	50,52	0,22	19,82	68,73	11,45
2032	49,21	50,56	0,23	19,20	69,05	11,75
2033	49,21	50,57	0,22	18,66	69,28	12,06



**Figura 24.** Proyecciones a F constante a largo plazo (2033) de la F asociada al PBRO (0,18) y al PBRL (0,24). Caso 5.

**Tabla 26.** Probabilidades por nivel de F de ubicarse en cada uno de los cuadrantes del diagrama de Kobe. Se presentan dichos valores para las proyecciones a largo plazo. Caso 5.

	F 0,18			F 0,24		
	B>B <sub>RMS</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>	B<B <sub>LIM</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F<F <sub>RMS</sub>	B>B <sub>RMS</sub> F>F <sub>RMS</sub> F<F <sub>LIM</sub>	B<B <sub>LIM</sub> F<F <sub>RMS</sub>
2019	52,58	41,68	5,74	46,94	45,58	7,48
2020	51,05	44,87	4,08	39,42	53,35	7,23
2021	49,58	47,83	2,59	33,13	59,75	7,12
2022	48,20	50,36	1,44	28,05	64,81	7,14
2023	46,98	52,14	0,88	23,77	68,81	7,42
2024	46,41	53,13	0,46	20,48	71,91	7,61
2025	45,84	53,90	0,26	17,88	74,19	7,93
2026	45,16	54,62	0,22	15,65	75,74	8,61
2027	44,76	55,08	0,16	14,22	76,53	9,25
2028	44,51	55,39	0,10	12,92	77,10	9,98
2029	44,53	55,38	0,09	12,13	77,08	10,79
2030	44,30	55,63	0,07	11,45	77,06	11,49
2031	44,25	55,69	0,06	10,93	77,04	12,03
2032	44,33	55,61	0,06	10,51	76,71	12,78
2033	44,24	55,70	0,06	10,17	76,35	13,48

### Referencias bibliográficas

- Arena, G., Gamarra, M. (2000) Captura máxima sostenible de pescadilla. En: Rey M. Arena G (Eds) Modelos de producción excedente aplicados a los recursos corvina y pescadilla. Proyecto URU /92/003. p 78-103
- Cadima, E.L. (2000) Manual de avaliação de recursos pesqueiros. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. No 393. FAO. Roma
- Cassia, M.C. (1986) Reproducción y fecundidad de la pescadilla de red, *Cynoscion striatus*. Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar., 1 (1): 191-203.
- Cousseau, M.B., Perrotta R.G. (2013) Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero INIDEP. 193 pp.
- Cordo H.D. (1986). Estudios biológicos sobre peces costeros con datos de dos campañas de investigación realizadas en 1981. La pescadilla de red (*Cynoscion striatus*). Publ Com Téc Mix Fr Mar 1:15-27
- Díaz de Astarloa, J.M., Bolasina, S. (1992). Análisis estadístico de los caracteres morfológicos y merísticos de la pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) en el área comprendida entre 34° y 39°30'S. Frente Marítimo, 11 (A): 57-62.
- Fox, W.W. (1970) An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Trans Am Fish Soc 99:80-88
- Haimovici, M. (1997) Recursos pesqueiros demersais da região sul. Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da zona econômica exclusiva. REVIZEE. Brasil.
- Haimovici, M., Pereira, S.D., Vieira, P.C. (1989) La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975–1985. Fr Mar 5: 151-163
- Hernández, D.R. (2004) Estimación de índices de abundancia relativa, estimación del poder de pesca y estandarización del esfuerzo a partir de modelos multiplicativos. Revisión y ampliación de notas de 2002. Notas de Divulgación INIDEP. Mar del Plata.
- López Cazorla, A. (1996) The food of *Cynoscion striatus* (Cuvier) (Pisces:Sciaenidae) in the Bahía Blanca área, Argentina. Fisheries Research (28): 371-379.
- López Cazorla, A. (2000) Age structure of the population of weakfish *Cynoscion guatucupa* (Cuvier) in the Bahía Blanca waters, Argentina. Fish. Res., 1025 (1-3): 1-8.
- Lorenzo, M.I. (2009) Estructura y dinámica poblacional de la pescadilla de calada (*Cynoscion guatucupa*) en la Zona Común de Pesca. Proyecto Gestión Pesquera en el Uruguay URU/UTF/025/URU FAO-DINARA, 69 p.
- Lorenzo, M.I. (2016) Actividad y características de la pesca industrial demersal uruguaya en la Zona Común de Pesca. Frente Marítimo 24: 45-82.
- Lorenzo, M.I., Carozza, C., Ruarte, C. (2018). Evaluación de la abundancia y estado de explotación de corvina (*Micropogonias furnieri*) y pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) en el área del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Frente Marítimo Vol. 25, 131-157.

- Macchi, G. (1998). Preliminary estimate of spawning frequency and batch fecundity of striped weakfish, *Cynoscion striatus*, in coastal waters off Buenos Aires province. Fish. Bull., U. S., 96: 375-381.
- Menezes, N.A., Figueiredo, J.L. (1980) Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Universidade São Paulo. Brazil.
- Nion, H. (1998) Fishes of the Rio de la Plata and some aspects of their ecology. 1996. En: Vizziano D. Puig P. Mesones C. Nagy G.J (Eds) The Rio de la Plata. An environmental overview. An EcoPlata Project Background Report. Programa EcoPlata Montevideo. Uruguay p 71-84.
- Perrotta, R., Hernandez, D., Carozza, C. (2003) Estimación de un índice de abundancia relativa anual estandarizado para corvina (*Micropogonias furnieri*) período 1989-2002. Inf. Téc. DNI-INIDEP N° 66/03
- Ruarte, C.O., Lasta, C.A., Carozza, C.R. (2004) La pesquería de pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*) período 1975-1999. Informes Técnicos Internos DNI – INIDEP. N° 58/01.
- Schaefer, M.B. (1954). Some aspect of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Bulletin Inter-American Tropical Tuna Comm 1:25-56
- Sparre, P., Venema, S.C. (1998) Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte 1. Manual FAO Documento Técnico. N° 306/11. FAO. Roma.

## ANEXO I

### Valoración de las series de CPUE consideradas

Elemento	Descripción	MGL 1 kg/h	MGL 2 kg/h	MGL 3 kg/h	MGL 4 kg/h
1	Supuestos del modelo (1: no se cumplen – 5: se cumplen totalmente)	4	5	5	5
2	Exclusión de datos (1: más del 40% - 5: menos de 10%)	5	4	3	4
3	Proporción de la captura total representada por el índice. (1: menor al 20% - 5 mayor al 80%)	3	4	3	4
4	Cobertura geográfica (1: restringida – 5: abarca la distribución total de la población)	4	4	4	4
5	Extensión de la serie anual respecto de la historia de la pesquería (1: corta – 5: extensa)	3	3	3	3
6	Continuidad de la serie de CPUE (1: muy discontinua – 5: sin interrupciones)	5	5	5	5
7	Inconsistencia entre la evolución de las capturas y las tendencias de la CPUE (1: significativa – 5: de poca importancia)	4	5	4	5
8	Inclusión de factores que afectan la selectividad o capturabilidad del recurso. (1: no tiene en cuenta aspectos que pueden ser importantes - 5: incorpora los más relevantes)	4	4	4	4
9	Consideración de interacciones entre las variables/factores del modelo. (1 no incluye interacciones - 5 incluye las más importantes)	1	4	3	5
10	Valorización del proceso de estandarización (1: baja - 5: alta)	3	4	4	4
11	Utilidad para representar la abundancia poblacional (1: baja – 5: alta)	4	5	4	5
<b>Valoración final</b>		<b>40</b>	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>48</b>

## ANEXO II

### Código del Modelo Bayesiano de Producción Excedente Estado Espacio ajustado en el programa OpenBugs

```
##### modelo_2019.txt
model
{
##### Distribución a priori de r #####
r ~ dlnorm(-0.9942523, 50)I(0.1,0.50);

##### Distribución a priori de r #####
K ~ dlnorm( 12.31764, 2.536201);

##### Distribución a priori de p #####: impropia (Prop. 1/q) utilizar
sólo un adecuado intervalo para la inversa de "q" que es "iq"
iq ~ dgamma(0.1,0.001)
q <- 1/iq;

##### Distribución a priori de sigma2:
isigma2 ~ dgamma(0.1,0.1)
sigma2 <- 1/isigma2;

##### Distribución a priori de tau2:
itau2 ~ dgamma(0.1,0.1)
tau2 <- 1/itau2;

##### Ecuación de estado #####
Pmean[1] <- 0;
P[1] ~ dlnorm(Pmean[1],isigma2)I(0.5,2.0);
for (i in 2:N) {
  Pmean[i] <- log(max(P[i-1] + r*P[i-1]*(1-P[i-1]) - (C[i-
1]/K),0.001));
  P[i] ~ dlnorm(Pmean[i],isigma2);
}

##### Índices de abundancia #####
for (t in 1:N)
{
CPUEmed[t] <- log(q*K*P[t]);
CPUE[t] ~ dlnorm(CPUEmed[t],itau2);
CPUEest[t] <- exp(CPUEmed[t])
Biobs[t] <- CPUE[t]/q
}

# Otro parámetro de gestión:
RMS <- r*K/4;
EMSP <- r/(2*q);
P2019 <- P[N]+r*P[N]*(1-P[N]) -C[N]/K;
B2019 <- P2019*K;
BactK<- B2019/K;
BactBrms<- B2019/Brms;
CR <- r*B2019*(1-(B2019/K));
}
```

```
#### Código en R para correr el modelo ####
library('BRugs')

modelDisplay('log')

modelCheck('C:/...../modelo_2019.txt')
modelData('C:/...../datosPescadillaModelo_2019.txt')

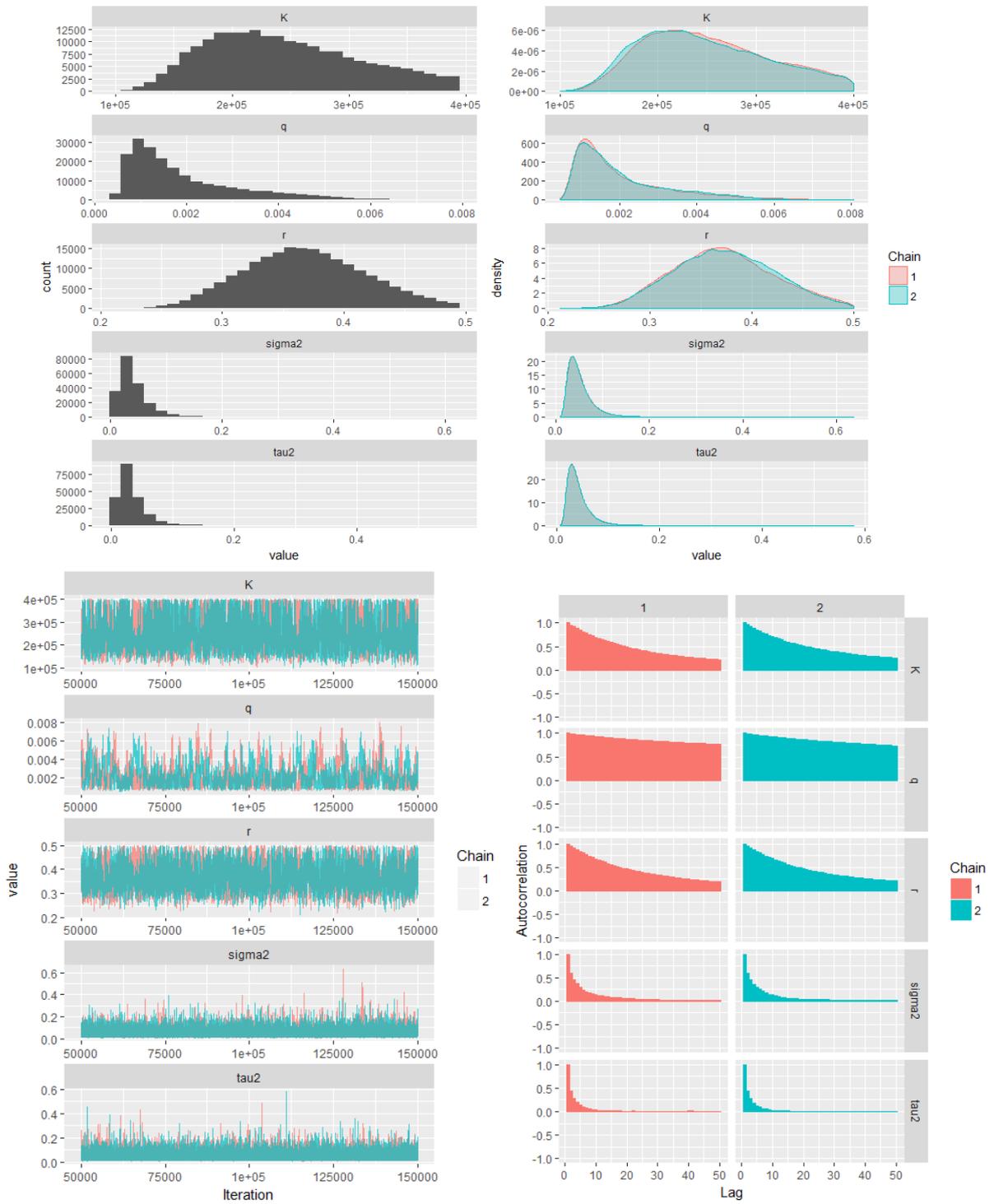
modelCompile(2)

modelInits('C:/...../condin1cpue2019.txt')
modelInits('C:/...../condin2cpue2019.txt')

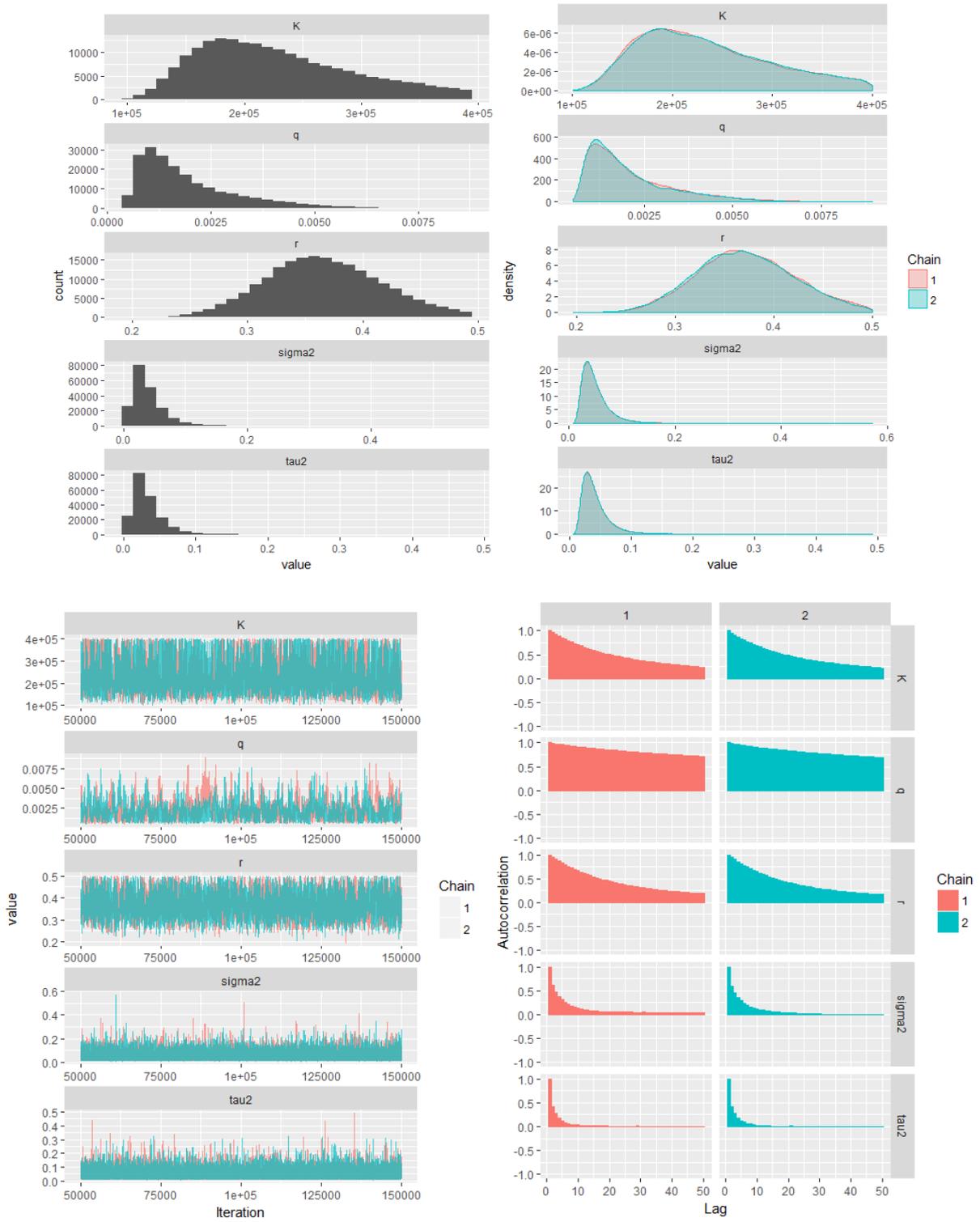
modelUpdate(50000)
samplesSet(r), samplesSet(K), samplesSet(RMS), samplesSet(q), samplesSet(C
  PUEest),
  samplesSet(P), samplesSet(sigma2), samplesSet(tau2), samplesSet(Brms), s
  amplesSet(BactBrms), samplesSet(BactK), samplesSet(CR), samplesSet(B), s
  amplesSet(Biobs), samplesSet(B2019), samplesSet(F), samplesSet(FRms)
```

### ANEXO III

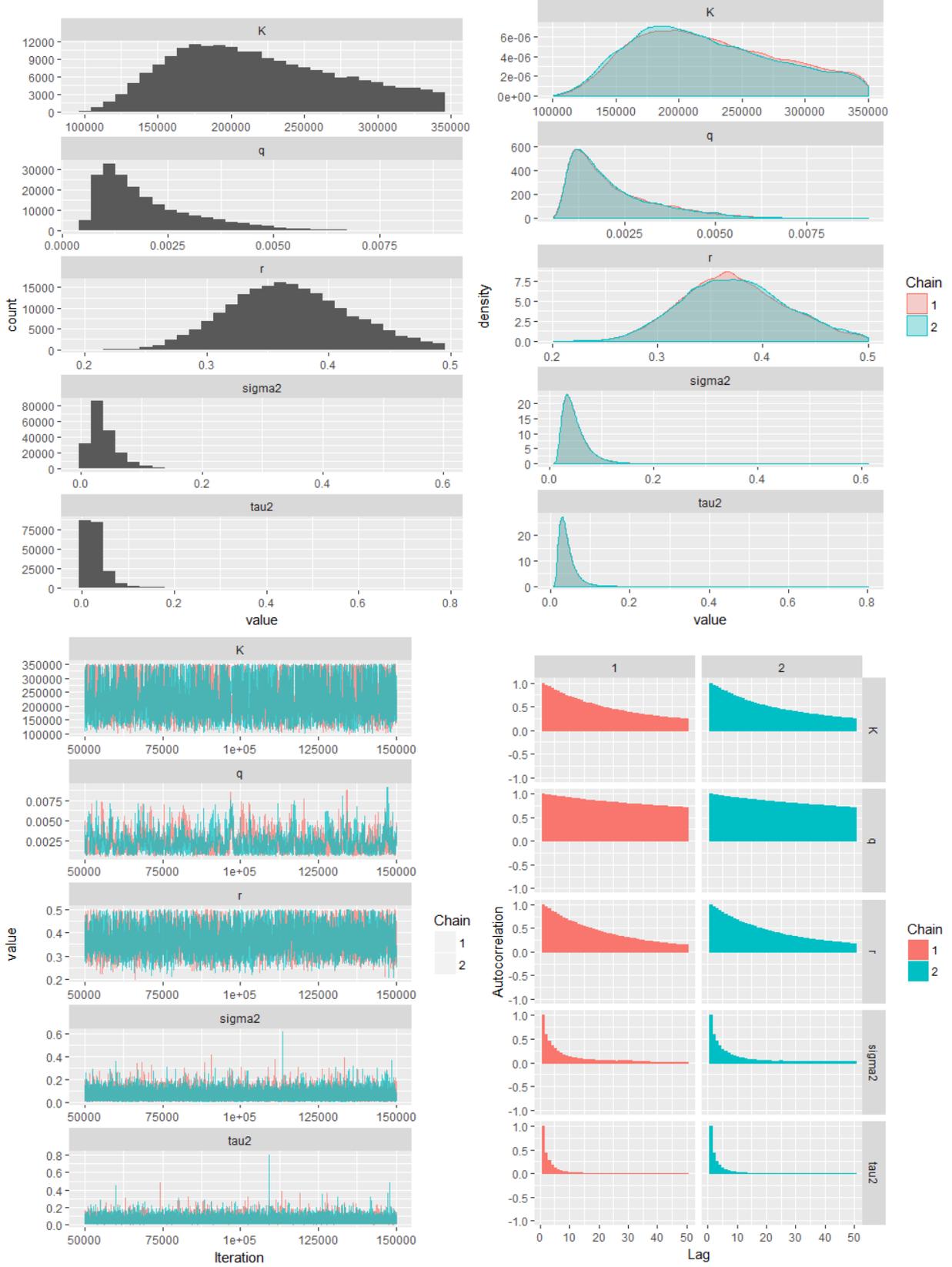
Distribución a posteriori de la distribución de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 1



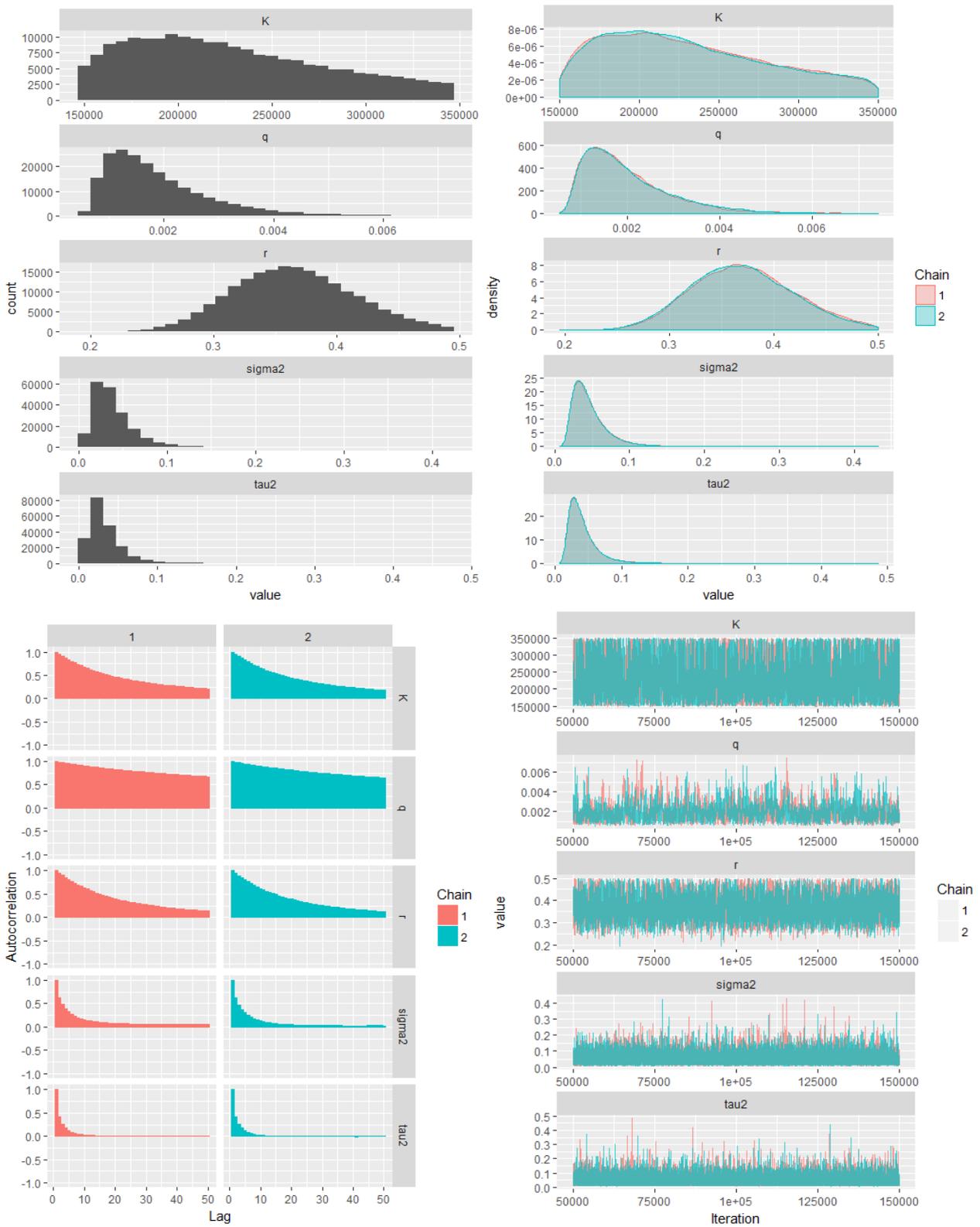
Distribución a posteriori de la distribución de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 2



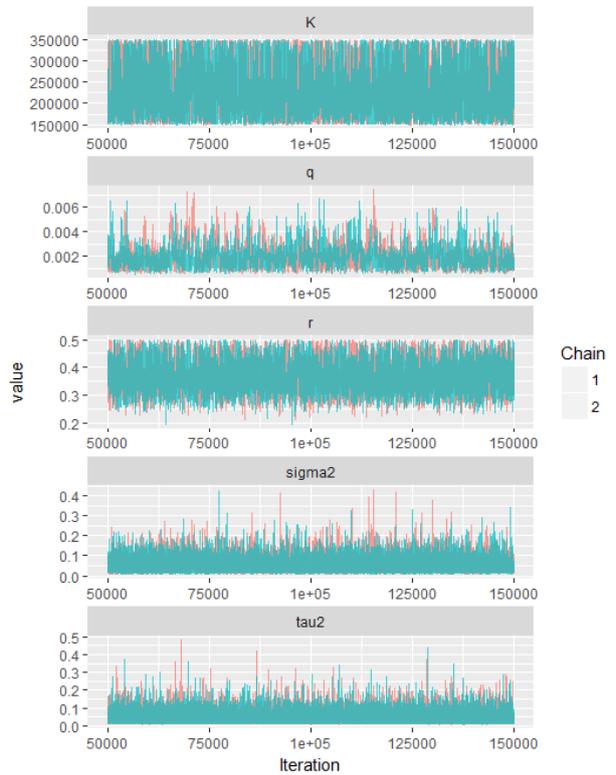
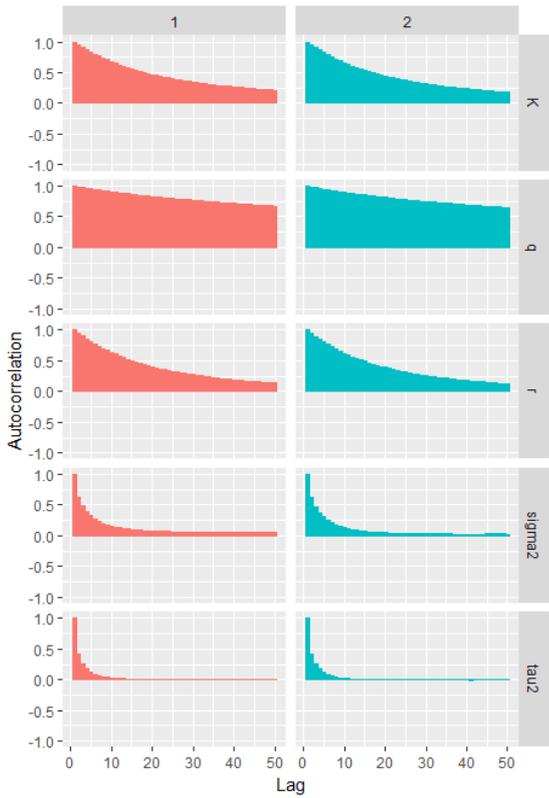
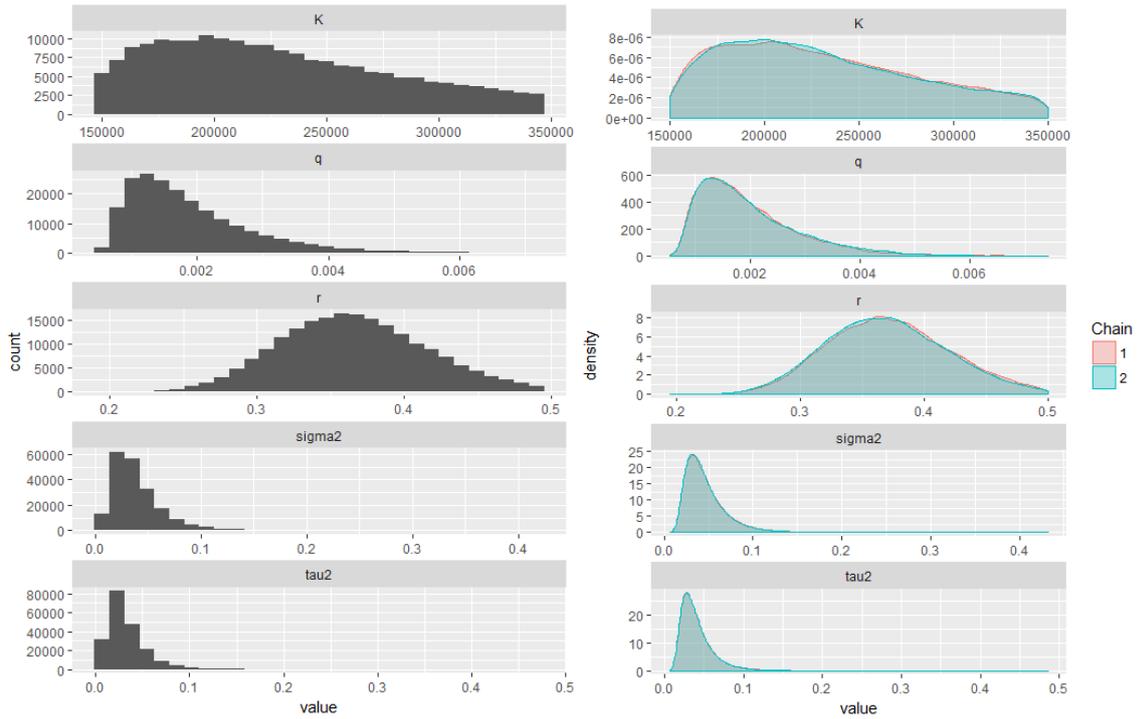
Distribución a posteriori de la distribución de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 3.



Histograma, distribución a posteriori de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 4



Histograma, distribución a posteriori de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 5.



Histograma, distribución a posteriori de los parámetros, autocorrelación y convergencia de las dos cadenas simuladas por MCMC. CASO 6

